

## Información Importante

La Universidad de La Sabana informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad de La Sabana.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento para todos los usos que tengan finalidad académica, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le de crédito al documento y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, La Universidad de La Sabana informa que los derechos sobre los documentos son propiedad de los autores y tienen sobre su obra, entre otros, los derechos morales a que hacen referencia los mencionados artículos.

**BIBLIOTECA OCTAVIO ARIZMENDI POSADA**  
UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
Chía - Cundinamarca

Fomento de la Solución Colaborativa de Problemas utilizando actividades de robótica LEGO

Juan Carlos González

UNIVERSIDAD DE LA SABANA

CENTRO DE TECNOLOGÍAS PARA LA ACADEMIA

MAESTRÍA EN INFORMÁTICA EDUCATIVA

CHÍA, 2016

Fomento de la Solución Colaborativa de Problemas utilizando actividades de robótica LEGO

Presentado por:

Juan Carlos González

Director:

PhD Ronald Gutiérrez

Trabajo presentado como requisito para optar el título de

Magíster en Informática Educativa

UNIVERSIDAD DE LA SABANA

CENTRO DE TECNOLOGÍAS PARA LA ACADEMIA

MAESTRÍA EN INFORMÁTICA EDUCATIVA

CHÍA, 2016

### **Resumen**

Las habilidades para el siglo XXI, son un grupo de conocimientos, destrezas, actitudes, valores y principios éticos considerados fundamentales para lograr el éxito hoy en día. Aunque, muchas organizaciones han dado sus definiciones propias, donde la mayoría incluyen: pensamiento crítico, capacidad para solucionar problemas, habilidades de comunicación, colaboración y creatividad. Existen habilidades compuestas como la Solución Colaborativa de Problemas (SCP) que incluye: comunicación, colaboración y solución de problemas / pensamiento crítico.

El objetivo de este trabajo, fue investigar como un ambiente de aprendizaje mediado por robótica LEGO puede fomentar la SCP. La cual, es considerada una de las habilidades claves, para el buen desempeño de los trabajadores del presente y del futuro. Se realizó un estudio de caso, con estudiantes del grado octavo de la especialidad de Electricidad y Electrónica, del Instituto Técnico Industrial (ITI) Francisco José de Caldas. Se diseñó un ambiente de aprendizaje con un enfoque pedagógico basado en el constructivismo social y construccionismo, mediado con tecnología que permite desarrollar actividades colaborativas de robótica LEGO, de solución abierta.

El desarrollo de la SCP, permite integrarse fácilmente a equipos de trabajo interdisciplinarios, comunicarse de forma asertiva, comprendiendo las implicaciones de pertenecer a un colectivo, y analizar la importancia de las acciones y aportes individuales para el logro de las metas comunes. Estas competencias son un factor clave en muchos de los trabajos actuales, que más que un nivel de conocimientos, buscan individuos que puedan formar parte de un equipo con metas compartidas, que se puedan adaptar a condiciones cambiantes y utilizar la tecnología para producir y consumir información.

Palabras Clave: constructivismo social, construccionismo, comunicación, solución colaborativa de problemas, pensamiento crítico, robótica educativa, robótica LEGO.

**Tabla de contenido**

Resumen .....	3
Tabla de contenido .....	4
Tabla de tablas.....	10
Tabla de figuras .....	11
1. Introducción .....	13
2. Justificación.....	15
3. Planteamiento del problema .....	19
4. Objetivos .....	23
4.1 Objetivo General.....	23
4.2 Objetivos específicos .....	23
5. Estado del arte .....	24
6. Marco Teórico .....	33
6.1 Modelo conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido (TPACK) .....	34
6.2 Cognitivismo .....	36
6.3 Constructivismo Social .....	37
6.4 Construccinismo.....	41
6.5 Habilidades para el siglo XXI .....	43
6.5.1 Definición de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - (UNESCO). .....	43

6.5.2 Definición de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - (OCDE). .....	45
6.5.3 Definición de la Asociación para las habilidades del siglo XXI (p21). .....	47
6.5.4 Definición de la Evaluación y Enseñanza de las Habilidades para el Siglo XXI (ATC21S). .....	49
6.5.5 Comparación de marcos conceptuales. ....	50
6.5.6 Solución Colaborativa de Problemas (SCP).....	52
6.5.7 Definiciones operativas de comunicación, colaboración y solución de problemas / pensamiento crítico. ....	54
6.5.8 Progresiones de Desarrollo.....	59
6.6 Robótica Social .....	68
6.7 Robótica Educativa .....	69
6.7.1 LEGO .....	71
7. Descripción de la implementación .....	73
7.1 Ambiente de Aprendizaje.....	73
7.1.1 Contextualización del aprendizaje y motivación. ....	74
7.1.2 Concepciones previas. ....	74
7.1.3 Propósitos de formación.....	75
7.1.4 Planteamiento de la estrategia de evaluación. ....	75
7.1.5 Desarrollo y potenciación de los aprendizajes. ....	75

7.1.6 Consolidación y lectura de avance del proceso.....	76
7.1.7 Evaluación y proyección de aprendizajes. ....	77
7.2 Objetivos Pedagógicos .....	77
7.2.1 Objetivo General .....	77
7.2.2 Objetivos específicos.....	77
7.3 Sesiones.....	77
7.3.1 Sesión uno .....	78
7.3.2 Sesión dos.....	81
7.3.3 Sesión tres. ....	83
7.4 Rol del estudiante .....	86
7.5 Rol del docente.....	86
7.6 Rol de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) .....	86
8. Aspectos Metodológicos .....	87
8.1 Sustento epistemológico.....	87
8.2 Diseño de la investigación.....	88
8.3 Muestra y población .....	89
8.4 Fases de la investigación .....	90
8.4.1. Fase 1, generación de la idea inicial.....	91
8.4.2 Planteamiento del problema .....	92
8.4.3 Diseño del estudio .....	92

8.4.4 Definición de la muestra .....	92
8.4.5 Implementación .....	92
8.4.6 Recolección y análisis de datos .....	93
8.4.7 Interpretación de resultados .....	93
8.4.8 Reporte de resultados .....	94
8.5 Técnicas de recolección de datos .....	94
8.5.1 Observación participante .....	94
8.5.2 Encuesta .....	95
8.6 Instrumentos de recolección de datos.....	96
8.6.1 Diario de campo .....	96
8.6.2 Encuesta .....	96
8.6.3 Rúbricas.....	96
8.7 Análisis de los datos .....	97
8.8 Consideraciones éticas .....	98
9. Resultados .....	99
9.1 Categorías a priori .....	99
9.2 Procesamiento de los datos .....	100
9.3 Categorías emergentes.....	100
9.4 Red Semántica.....	101
9.5 Triangulación .....	103



9.6 Resultados por categoría .....	104
9.6.1 Solución colaborativa de problemas. ....	104
9.6.2 Colaboración. ....	107
9.6.3 Ambiente de aprendizaje. ....	108
9.6.4 Robótica. ....	110
9.6.5 Solución de problemas / pensamiento crítico. ....	111
9.6.6 Comunicación. ....	113
9.6.7 Programación. ....	114
10.    Aprendizajes. ....	116
11.    Conclusiones .....	118
12.    Prospectiva .....	122
13.    Cronograma del proyecto .....	123
Lista de referencias. ....	124
Anexo A .....	129
Anexo B. ....	142
Anexo C. ....	146
Anexo D .....	150
Anexo E. ....	153
Anexo F .....	170
Anexo G .....	172

Anexo H .....173

Anexo I.....174

**Tabla de tablas**

Tabla 1. <i>Comparación de marcos conceptuales habilidades para el siglo XXI</i> .....	50
Tabla 2. <i>Definición operativa comunicación</i> .....	55
Tabla 3. <i>Definición operativa comunicación</i> .....	56
Tabla 4. <i>Definición operativa de solución de problemas / pensamiento crítico y toma de decisiones</i> .....	57
Tabla 5. <i>Rúbrica de observación habilidades sociales</i> .....	61
Tabla 6. <i>Rúbrica de observación habilidades cognitivas</i> .....	63
Tabla 7. <i>Habilidades sociales y cognitivas presentadas por elemento</i> .....	64
Tabla 8. <i>Sesiones del ambiente de aprendizaje</i> .....	78
Tabla 9. <i>Categorías a priori y su definición.</i> .....	99

### Tabla de figuras

*Figura 1.* Diagrama de causa efecto acerca del individualismo en los estudiantes del ITI

Francisco José de Caldas .....22

*Figura 2.* Robot humanoide NAO.....28

*Figura 3.* Componentes del TPACK.....34

*Figura 4.* Zona de Desarrollo Próximo .....40

*Figura 5.* Las competencias clave y sus categorías definidas por la OCDE.....46

*Figura 6.* Arco Iris de conocimientos y habilidades del Siglo XXI.....48

*Figura 7.* Habilidades para el Siglo XXI definidas por la ATC21S .....49

*Figura 8.* Solución colaborativa de problemas con habilidades sociales y cognitivas .....52

*Figura 9.* Solución colaborativa de problemas .....53

*Figura 10.* La taxonomía de Bloom .....59

*Figura 11.* La taxonomía de Dreyfus .....60

*Figura 12.* Momentos de un ambiente de aprendizaje .....74

*Figura 13.* Rob-erto y el montaje utilizado para dar la vuelta a la luna.....80

*Figura 14.* Montaje para realizar el reto dos .....82

*Figura 15.* Lucha-rob .....84

*Figura 16.* Lucha-rob saca los juguetes de la piscina .....85

*Figura 17.* Pelea de Sumo .....85

*Figura 18.* Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas .....89

*Figura 19.* Fases de la investigación .....91

*Figura 20.* Categorías a priori y emergentes .....101

*Figura 21.* Frecuencia de codificación de las categorías .....102

*Figura 22.* Red Semántica.....103

*Figura 23.* Triangulación e instrumentos de recolección de información. .... 104

*Figura 24.* Cronograma del proyecto de investigación..... 123

## 1. Introducción

Entidades como la (OCDE), y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) del inglés United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization han establecido marcos conceptuales para definir las habilidades para el siglo XXI. Así mismo, Cisco, Microsoft e Intel patrocinaron el proyecto Assessment and Teaching of the 21st Century Skills (ATC21S) cuyo objetivo es fomentar la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de las habilidades para el siglo XXI. Estas habilidades permiten a la persona que las posee integrarse de manera exitosa a equipos de trabajo y contribuir al logro de metas conjuntas.

En este trabajo se pretende estudiar la incidencia de un ambiente de aprendizaje mediado por robótica LEGO en el fomento de la SCP, que es una habilidad compleja del siglo XXI. Se genera a partir de la combinación de habilidades cognitivas y no cognitivas tales como: la comunicación, la colaboración y la solución de problemas / pensamiento crítico. En el 2015, el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), del inglés Programme International for Students Assessment, de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) evaluó la SCP, en más de 60 países.

Se realiza un estudio de caso entre estudiantes del grado octavo, del ITI Francisco José de Caldas, pertenecientes a la especialidad de electricidad y electrónica. Se diseña un ambiente de aprendizaje, que incorpora actividades débilmente estructuradas, similares a situaciones de la vida real, las cuales buscan generar comunicación y colaboración entre los miembros de cada equipo. Cada participante debe asumir un rol e intercambiarlo constantemente durante el desarrollo de cada sesión. Se utiliza la tercera generación de los kits evolución (EV3) de LEGO y su entorno de programación Mindstorms.

Así mismo, durante el desarrollo de las actividades, los estudiantes deben poner a disposición de su grupo todas sus habilidades y conocimientos, además, compartir la información

y recursos a su alcance. Al interactuar con sus pares en la búsqueda de una solución que cumpla con las especificaciones planteadas para el problema, se hacen visibles las actitudes y comportamientos de los estudiantes. La observación y análisis de estas interacciones permite determinar el nivel de desarrollo de las habilidades y sub-habilidades que conforman la SCP.

Esta investigación es aplicada, ya que pretende mejorar el proceso educativo en lo referente a la enseñanza de las habilidades que conforman la SCP, detectando las posibles debilidades, en el proceso, y fomentando las condiciones para el desarrollo de las mismas mediante la intervención pedagógica. Además, su enfoque es cualitativo, porque busca entender el fenómeno desde la perspectiva de los sujetos de estudio, con el fin de profundizar la comprensión del mismo y realizar generalizaciones que faciliten la adquisición de estas habilidades a otras personas.

## 2. Justificación

El ITI Francisco José de Caldas, es una institución educativa distrital de carácter técnico que ofrece diversos cursos de especialización a los estudiantes de educación básica y media. Las clases de las especialidades se dictan en jornada contraria a la de las actividades académicas, esto hace que los estudiantes deban asistir en la mañana y en la tarde al colegio algunos días. El 90% de los estudiantes pertenece a los estratos dos y tres, en la mayoría de los casos los dos padres trabajan, lo cual genera un cierto bienestar material a cambio de estar solos gran parte del tiempo. Aunque, esto puede fomentar independencia, también produce aislamiento y poca integración.

La idea original de este trabajo surge a partir de la observación de los comportamientos y actitudes individualistas de los estudiantes del grado octavo, del ITI Francisco José de Caldas. También, del convencimiento acerca de la necesidad que tienen los seres humanos de relacionarse con sus pares en condiciones de solidaridad, respeto e igualdad. El individualismo es un problema común entre los jóvenes, además, del ámbito escolar tiene implicaciones a nivel laboral, personal y genera repercusiones en la sociedad que se reflejan en desigualdad y mala convivencia.

En este grupo de estudiantes, del ITI Francisco José de Caldas, se han evidenciado dificultades para trabajar en equipo y colaborar en el logro de una meta común. Adicionalmente, hay falta de comunicación y cada estudiante trata de realizar sus tareas de forma aislada sin dar o recibir colaboración de sus pares. Este proyecto busca investigar de qué manera la implementación de un ambiente de aprendizaje mediado por robótica LEGO puede ayudar a corregir esta situación dando a los estudiantes herramientas para superar estas dificultades y fomentar su crecimiento y desarrollo personal.

La SCP, es una habilidad del siglo XXI compuesta, que incluye: comunicación, colaboración, solución de problemas / pensamiento crítico (Binkley, Erstad, Herman, Raizen,



Ripley, Miller-Ricci, et al., 2012). Dentro de estas habilidades, la comunicación y la colaboración son de tipo social mientras que la solución de problemas / pensamiento crítico son cognitivas. A su vez, las habilidades sociales se pueden subdividir en: participación, toma de perspectiva y regulación social. De otra parte, las cognitivas incluyen: regulación en las tareas y aprendizaje y construcción de conocimiento.

Uno de los principales retos de la educación para el siglo XXI es preparar a los futuros ciudadanos para que puedan sobrevivir y ser exitosos (Trilling & Fadel, 2009). Esto implica encontrar nuevas formas de pensar e imaginar produciendo soluciones creativas e innovadoras a los problemas (Schleicher, 2011). Este trabajo pretende brindar una solución creativa a los comportamientos observados en los estudiantes y así poder disminuir el individualismo arraigado y la indiferencia hacia los demás. Igualmente, busca promover el trabajo articulado y armonioso entre compañeros.

Adicionalmente, el Ministerio de Educación Nacional, en su plan decenal de educación, tiene entre sus objetivos: el fortalecimiento de procesos pedagógico mediados por las TIC, buscando el desarrollo de las competencias básicas, laborales y profesionales, la promoción de procesos investigativos que estimulen la innovación educativa y la incorporación del uso de las TIC como eje transversal. También, incluye la construcción e implementación de modelos pedagógicos novedosos que se centren en la formación de los ciudadanos del siglo XXI (Plan Decenal de Educación, 2006)

Los sistemas educativos deben propender por desarrollar en los futuros trabajadores las habilidades necesarias para vivir y producir en un mundo interconectado, tecnológicamente complejo, y basado en el conocimiento (Griffin, Care, & McGaw, 2012). Este proyecto busca que los estudiantes, que en un futuro próximo serán trabajadores, adquieran algunas de las habilidades y competencias requeridas que les permitan integrarse sin dificultades al mercado laboral. Estas

habilidades pueden resultar más valiosas que un determinado número de años de formación o título, a la hora de buscar un empleo.

En muchos casos, la escuela es el único lugar que tienen los jóvenes para aprender las habilidades y competencias necesarias para ser exitosos en el trabajo y la vida (Ananiadou & Claro, 2009). Aprender a acoplarse fácilmente a equipos de trabajo multidisciplinarios, interactuar de forma efectiva con sus pares y hacer aportes relevantes son algunas de las ventajas de aprender SCP. Este proyecto busca fomentar estas habilidades para que los estudiantes puedan utilizarlas, en el futuro, en sus lugares de trabajo así como relacionarse de forma sana con el medio ambiente y su entorno.

La OCDE, ha hecho especial énfasis entre los gobiernos de los países miembros para que adopten políticas que permitan implementar y enseñar en los centros educativos las habilidades para el siglo XXI (Ananiadou & Claro, 2009). Sin embargo, existen pocos programas de entrenamiento a profesores que los capaciten en esta área. Tampoco existen directrices claras que indiquen cómo incorporarlas en los currículos o cómo evaluarlas. En este trabajo, se explora qué tipo de actividades podrían utilizarse para integrar la SCP, en el currículo y como podría evaluarse.

Se utiliza la robótica educativa porque genera un impacto positivo en los estudiantes que los lleva a seguir aprendiendo por su cuenta (Asher-Shapiro, 2013). Diversos estudios han demostrado que la robótica educativa logra que los estudiantes disfruten temas como las matemáticas y la ciencia, lo cual es crucial para que a futuro se conviertan en ingenieros o científicos. Aunque, en estos estudios el enfoque ha sido el núcleo (STEM), del inglés Science, Technology, Engineering and Math. En este caso, se busca explorar el potencial de la robótica en la enseñanza de habilidades blandas como la comunicación y la colaboración.

Los kits LEGO ayudan a desarrollar la creatividad y la resolución de problemas en los estudiantes que los usan (Asher-Shapiro, 2013). También, se ha demostrado que la robótica ayuda a desarrollar el área de contenido curricular que se está enseñando a la vez que fomenta habilidades académicas tales como lectura, escritura e investigación (Eguchi, 2014). Teniendo en cuenta lo anterior, se pretende implementar un ambiente de aprendizaje con actividades que permitan aprender programación y conceptos de robótica al tiempo que se fomentan las diferentes habilidades que conforman la, SCP.

Según el constructivismo, el conocimiento se construye como resultado de las interacciones entre el individuo y su entorno así como con sus pares y profesores (Vygotsky, 1980). El modelo pedagógico que se utiliza está basado en el constructivismo social, el cual incluye, fundamentalmente, las ideas de Lev Vygotsky. Es una posición epistemológica que busca explicar el origen del conocimiento y la forma en la que aprende un individuo. Sostiene que cuando los estudiantes colaboran con sus pares y docentes interactuando mediante el lenguaje, el aprendizaje es maximizado lo que lo hace muy adecuado para este estudio.

Considerando que las decisiones más importantes acerca del rumbo de la sociedad serán tomadas en el futuro por los jóvenes actuales (Pérez, 2012), se espera que aprender solución colaborativa de problemas ayude a que los estudiantes potencien sus habilidades para trabajar en equipo y para lograr metas comunes. El objetivo es alcanzar una sociedad más incluyente y menos indiferente ante los problemas de los demás, que permita el desarrollo del ser humano en sus diferentes dimensiones propiciando una convivencia sana con su entorno y con los que lo rodean en condiciones de igualdad.

### 3. Planteamiento del problema

Si una sociedad carece de metas comunes se puede generar una ciudadanía atomizada y con retrasos en su desarrollo (Arnold-Cathalifaud, Thumala, & Urquiza, 2006). El individualismo es un problema que afecta en mayor o menor medida a las sociedades de todo el mundo. Sin embargo, por efectos de la globalización se ven más afectados los países en vías de desarrollo dejándolos rezagados en el concierto mundial. La libertad que se experimenta en otros países para perseguir los intereses personales en América Latina se percibe como un: “Mire a ver qué puede hacer”.

Un informe de la revista Semana, acerca de un estudio realizado durante la alcaldía de Gustavo Petro, sostiene que los bogotanos confían en la iglesia y los maestros, pero más de la mitad piensa que el otro es corrupto (Jiménez, 2013). En Colombia, el individualismo es muy alto y es reforzado por la desconfianza hacia los demás. El informe Latinobarómetro del 2015, muestra que en Colombia el nivel de desconfianza hacia los demás es del 82,5%, lo cual indica que los círculos de confianza de las personas son muy reducidos y se componen principalmente de familiares.

En el estudio de 2011, “Culture and Self-construals: Clarifying the differences”, realizado en la Universidad de Sussex, Inglaterra se buscaba analizar los valores culturales de 36 países. Una de las categorías del estudio tenía que ver con el individualismo y en esa clasificación Colombia ocupó el tercer lugar por detrás de Estados Unidos y Chile. Otro dato interesante arrojado por el estudio es el hecho de que los jóvenes que se han criado a partir de la década de los 80, son más individualistas que el resto de la población y tienen mayores dificultades para adaptarse a otras personas (Owe & Vignoles, 2011)

Todo esto muestra que las personas viven aisladas no solo en lo laboral sino también en sus relaciones interpersonales. Esto genera una convivencia desgastada, egoísta, agresiva y

menos sana (Arnold-Cathalifaud et al., 2006). Se ha llegado al punto de un individualismo extremo en el cual cualquier interacción o relación con otros generalmente es una mediación para obtener un beneficio personal. Por lo que no hay un sentido de pertenencia real con la sociedad ni con el país. Pareciera que nadie necesitara de los demás para cumplir sus objetivos o desarrollar sus carreras.

El ITI “Francisco José de Caldas”, ubicado en la localidad de Engativá, fue fundado en 1937. Es una institución educativa distrital que ofrece formación técnica en ocho especialidades y tiene cubrimiento metropolitano. La misión de su proyecto educativo institucional es: “formación integral de líderes industriales en las áreas de Mecánica Automotriz, Mecánica Industrial, Electricidad y Electrónica, Mecatrónica, Fundición, Metalistería, Ebanistería y Dibujo Técnico”. Al comenzar el grado octavo los estudiantes deben escoger alguna de las especialidades y continuar profundizando en ella”.

Durante el desarrollo del curso de Electricidad y Electrónica ofrecido a los estudiantes de grado octavo, se han observado comportamientos individualistas y poca habilidad para trabajar en equipo. Todos tratan de realizar sus proyectos, de manera individual, sin buscar ayuda, aún en casos en los que es esencial la colaboración para poder finalizar la actividad propuesta. Existen dificultades en la comunicación y la falta de colaboración es común. Por ejemplo, hay estudiantes que tienen dificultades para conseguir sus materiales, y si no tienen los elementos requeridos para completar un proyecto lo más probable es que el mismo quede inconcluso.

Los siguientes comportamientos han sido observados durante el desarrollo de las actividades:

- Escasos préstamos de herramientas o materiales entre ellos;
- Indiferencia ante los problemas de los demás;
- Poca comunicación con los compañeros;

- Falta de estrategias para afrontar los problemas;
- Dificultades para relacionarse.

Las causas de este marcado individualismo son diversas, y es generado por varios factores. Por ejemplo, el desarrollo típico de actividades en los colegios está enfocado a medir el desempeño individual (Binkley, Erstad, Herman, Raizen, Ripley, Miller-ricci, et al., 2012), a los estudiantes se les exige su tarea personal. Se fomenta la búsqueda de buenos resultados académicos individuales sin tener en cuenta a los demás. Por su parte, los padres de familia invierten valiosos recursos en la formación de sus hijos, pero pocas veces tienen en cuenta los aportes que ellos van a hacer a la sociedad. Por lo tanto, el mensaje enviado es que hay que buscar el éxito individual a cualquier costo (Pérez, 2012).

- Los efectos de este individualismo en los estudiantes a nivel académico son:
- Dificultades para integrarse a un equipo de trabajo;
- Dificultades para culminar sus proyectos escolares;
- Escasa comunicación y rechazo a las opiniones de otros;
- Poca interacción con sus pares;
- No se genera sinergia;
- Baja productividad académica.

A continuación, se muestra un diagrama de causa efecto, que ilustra la situación. Ver Figura 1.

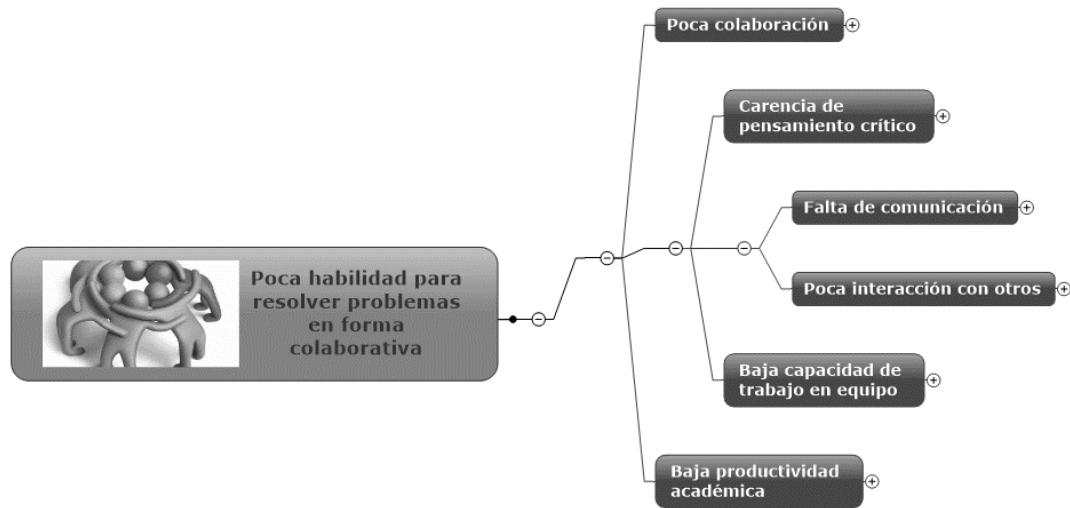


Figura 1. Diagrama de causa efecto acerca del individualismo en los estudiantes del ITI Francisco José de Caldas.

Elaboración propia

Este trabajo se plantea como una estrategia, para ayudar a que los jóvenes adquieran las habilidades de comunicación, colaboración y de trabajo en equipo necesarias para que se puedan desenvolver de forma armoniosa en la sociedad, para que aprendan a valorar más los logros colectivos que los individuales y que relacionarse e interesarse en otros seres humanos sea algo importante y significativo para su desarrollo emocional e intelectual. Además, la capacidad de contribuir al logro de metas comunes y de enfocarse en resultados conjuntos, de los habitantes de un país, afecta su desarrollo económico. Esto conduce a la siguiente pregunta de investigación:

“¿Cómo se fomenta la solución colaborativa de problemas, en los estudiantes de grado octavo, del Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas, a través de la implementación de un ambiente de aprendizaje mediado por robótica LEGO?”.

## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivo General**

Comprender como un ambiente de aprendizaje, mediado por robótica LEGO, puede fomentar el desarrollo de la solución colaborativa de problemas en los estudiantes del grado octavo del Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Analizar las interacciones que se generan entre los estudiantes al solucionar un problema de forma colaborativa.
- Identificar como un ambiente de aprendizaje mediado con robótica LEGO apoya el desarrollo de la solución colaborativa de problemas.
- Evaluar el nivel de desarrollo de la solución colaborativa de problemas en los estudiantes que participan en este ambiente de aprendizaje



## 5. Estado del arte

En este apartado se presentan las tendencias actuales, de las tres ramas que confluyen en el estudio: robótica educativa, constructivismo y habilidades para el siglo XXI. Se explican las modalidades de aprendizaje desarrolladas con robótica educativa y las implicaciones pedagógicas para docentes y estudiantes derivadas de la integración de esta tecnología. Así mismo, se analizan los trabajos realizados que buscan fomentar el desarrollo de algunas de las habilidades para el siglo XXI, junto con sus hallazgos y recomendaciones para futuros proyectos de investigación en esta área.

Los tipos de conocimiento presentes en un ambiente de aprendizaje son: el tecnológico, el pedagógico y el de contenido o disciplinar. El modelo conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido (TPACK), del inglés, Technological, Pedagogical and Content Knowledge, integra estos tres aspectos y sostiene que la interdependencia entre ellos debe considerarse de forma cuidadosa para no caer en el tecno-centrismo (Harris, Mishra, & Koehler, 2009). Es decir, la tecnología que se integre en un ambiente debe considerar las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y contribuir al logro de los objetivos pedagógicos.

Con el fin de entender cuál puede ser el uso óptimo de los robots en el aprendizaje y cuál debe ser su rol en el aula se han explorado aproximaciones tales como: aprendizaje por descubrimiento, aprendizaje colaborativo, solución de problemas, aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje basado en competición (Altin & Pedaste, 2013). Adicionalmente, se han realizado experimentos utilizando robots humanoides en las aulas asignándoles diferentes roles tales como material de estudio, compañero de aprendizaje y asistente del profesor en un curso de Inglés (Chang, Lee, Chao, Wang, & Chen, 2010).

Desde un punto de vista metodológico, la robótica educativa puede considerarse como una herramienta para lograr aprendizaje colaborativo, debido a que promueve la comunicación entre

los integrantes de un grupo (Denis & Hubert, 2001). Se ha establecido que los grupos que se comunican mejor tienen más ideas y mejores resultados (Karahoca & Uzunboylub, 2011).

Durante el desarrollo de las actividades, los participantes se ven inmersos en actividades sociales y culturales. El aprendizaje es una parte de esas actividades y la comunicación es un concepto clave que media entre el individuo su contexto y sus compañeros.

En un ambiente de aprendizaje colaborativo, el profesor no necesariamente debe ser el experto temático, lo cual reduce la brecha entre el docente y los estudiantes (Fleming, 2014). Por el contrario, debe entender cómo crear oportunidades, ser un guía y no limitar a los estudiantes a sus propios conocimientos. De hecho, si el docente no conoce alguna respuesta, queda al mismo nivel de sus estudiantes, lo cual le permitirá colaborar en la búsqueda de una solución conjunta. Esto implica compartir conocimientos, habilidades, estrategias y recursos, así como concertar un plan de acción.

La robótica educativa es fuente de motivación para los estudiantes (Matson, DeLoach, & Pauly, 2004a), ofrece a los profesores nuevas formas de enseñar temas tradicionales y puede ser vista como una extensión de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). En universidades de Estados Unidos, tales como Carnegie Mellon, Tufts y Worcester, los currículos de ingeniería incluyen cursos de robótica, que se desarrollan con kits LEGO. Existe aceptación acerca del potencial que tiene la robótica para generar motivación e interés, a la vez que facilita el aprendizaje de temas tecnológicos y científicos.

También, se ha explorado el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el cual inicia planteando al estudiante una situación que debe ser solucionada utilizando los medios disponibles. Se ha observado que el ABP, logra que los participantes se involucren más, ya que deben acordar una estrategia unificada en la búsqueda de una solución a un problema tecnológico interesante, para luego monitorear y evaluar sus avances (Denis & Hubert, 2001). Además, si

tienen éxito en solucionar el problema ganarán en autoconfianza y aprenderán temas científicos a través de la experiencia (Karahoca et al., 2011).

Otra de las modalidades de aprendizaje que se puede implementar con robótica educativa es el denominado Aprendizaje Basado en la Competición (ABC). Los conocimientos y habilidades obtenidos a partir del ABC, son memorizados y entendidos mejor que con el aprendizaje basado en hechos (Altin & Pedaste, 2013). El ABC, ha sido el método más efectivo de lograr que los estudiantes apliquen matemáticas, física y otros conocimientos en competencias de robótica (Giannakopoulos, 2009). Esta modalidad está en concordancia con las ideas construccionistas.

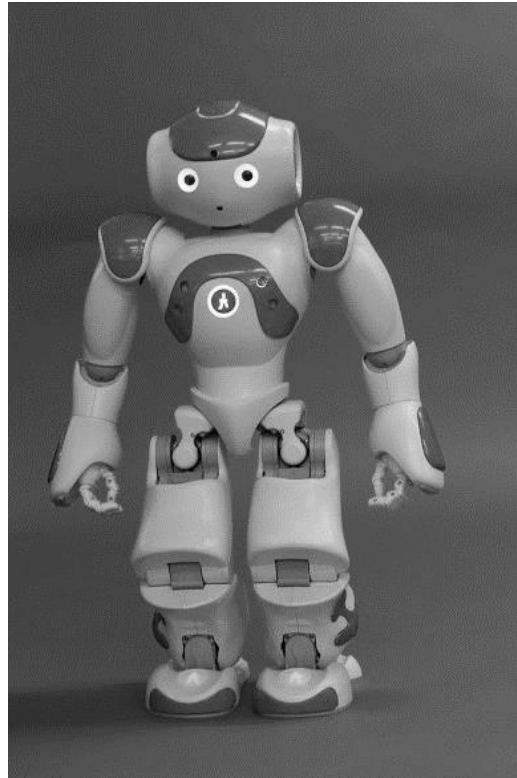
La robótica educativa fomenta el desarrollo de habilidades de depuración tal como cuando se programa un computador (Altin & Pedaste, 2013). Esto es importante, porque los estudiantes de hoy esperan respuestas rápidas, como cuando manejan un celular o un computador. Sin embargo, la robótica va un paso más allá, ya que los dispositivos reales involucran más sentidos que los que se emplean en una simulación. Según las tesis construccionistas, una simulación nunca podrá reemplazar el efecto de manipular objetos reales, ya que con estos, la experiencia de aprendizaje es más profunda.

Un estudio realizado en Chile (Mitnik, Nussbaum, & Recabarren, 2009) concluyó que para lograr desarrollo cognitivo a través de las etapas del proceso mental (entrada-elaboración-salida), se requiere de un modelo que incluya una dimensión real, una dimensión virtual y un proceso colaborativo. En las actividades de robótica, los estudiantes ensayan soluciones al problema planteado mediante el programa que controla el robot (dimensión virtual), que a su vez ejecuta los comandos programados (dimensión real) y los estudiantes socializan y evalúan el resultado observado para saber si el problema está solucionado (dimensión colaborativa).

Las actividades de solución abierta son una de las mejores prácticas en la enseñanza de temas técnicos (Barakat, 2011). Los proyectos con un propósito real y con más de una solución posible son más efectivos e interesantes para los estudiantes. Además, les permite dar su enfoque personal. Los desafíos que requieren solucionar problemas, que incluyen conceptos teóricos y metodología de diseño mejoran ampliamente el valor educativo de un estudio de caso. Cuando todos los miembros del grupo comparten la misma información, se dice que la actividad es simétrica.

Estos problemas abiertos, también denominados débilmente estructurados, permiten que los estudiantes reconozcan que el camino más expedito a encontrar una solución es la colaboración (Paez & Muñoz, 2015), ya que un solo miembro del grupo no lo podrá resolver. Solamente, la mezcla de habilidades y recursos aportados por cada participante, mediante la interacción, permitirán hallar una solución adecuada. Además, la búsqueda y priorización de los intereses colectivos, por encima de los particulares, permite concientizar al estudiante sobre la importancia de sus acciones y su incidencia en el grupo.

Las plataformas de hardware y software utilizadas en la robótica educativa han evolucionado desde la tortuga desarrollada por Papert (Altin & Pedaste, 2013). Los sistemas actuales cuentan con sensores, actuadores y controladores, que interactúan con el medio ambiente. Además, se han implementado características tales como repetibilidad, flexibilidad, apariencia humanoide, movimiento corporal, interacción, identificación de emociones y antropomorfismo (Chang et al., 2010). Un robot humanoide utilizado con frecuencia es el robot NAO (Louloudi, Mosallam, Marturi, Janse, & Hernandez, 2010) (ver Figura 2)



*Figura 2.* Robot humanoide NAO. Copyright 2014 por Creative Commons. Reimpreso con permiso

Actualmente, se está realizando el lanzamiento del robot humanoide Pepper, el cual, además, de cantar, bailar y contar historias, identifica las emociones de su dueño y también cuenta con sus propias emociones (Mogg, 2015). Este robot es fabricado por una alianza entre las empresas Softbank Robotics Corp y Aldebaran SAS, y su precio es inferior a los 2000 dólares. Ha vendido sus primeros siete lotes de mil unidades en menos de un minuto (Softbank Robotics Corp, 2015) y debido a su bajo costo podría ser una opción viable para masificar la robótica en las instituciones educativas.

Los principales usos de la robótica educativa y de los kits de LEGO incluyen la enseñanza de conceptos de Ciencia, Ingeniería, Tecnología y Matemáticas, STEM, (Asher-Shapiro, 2013). Además, han sido utilizados para enseñar conceptos de colaboración y trabajo en equipo. Promueven el desarrollo de la creatividad y la habilidad para solucionar problemas. También, se

utilizan para la creación de prototipos y podrían fomentar el emprendimiento. En general, son un vehículo para el desarrollo de habilidades importantes. Llevan novedad y variedad a un ambiente de aprendizaje, captando la atención y el interés de los estudiantes.

El entorno de programación, de los kits LEGO, proporciona una muy buena experiencia para estudiantes novatos o sin experiencia y se pueden realizar desde tareas muy simples hasta muy complejas (Eguchi, 2014). Un aspecto sobresaliente de la programación, cuando se están utilizando robots, es que los conceptos adquieren significado rápidamente, para los estudiantes, debido a la realimentación existente entre los algoritmos y su implementación (Atmatzidou, Markelis, & Demetriadis, 2008). El uso de la robótica ayuda a los estudiantes a entender y aplicar correctamente los conceptos básicos de programación.

Además, LEGO, ha propuesto una metodología denominada LEGO Zoom, basada en los cuatro pilares de la educación sugeridos por la UNESCO, que serán explicados más adelante. En esta metodología se proponen cuatro momentos que incluyen elementos del construccionismo y de la teoría de Feuerstein, denominada Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC).

Adicionalmente, sugieren la utilización de roles durante el desarrollo de las actividades. Los siguientes son los roles sugeridos: presentador, constructor, organizador y programador (Wesley De Amorim et al., s. f.).

En Costa Rica, se realizó un proyecto denominado: “Espacios creativos para el desarrollo de habilidades en diseño para niños, niñas y jóvenes en América Latina”, se encontró una factibilidad alta para la implementación de ambientes de aprendizaje que realicen montajes de robótica educativa de bajo costo y que estimulen habilidades tales como: el diseño, la fluidez tecnológica, el trabajo en equipo y la resolución de problemas. Como parte de este proyecto se validó una metodología de bajo costo fácil de implementar en toda América Latina y con

excelentes resultados reportados que permitirían implementarla como una práctica regular (Dengo & Acuña, 2006).

Estudios enfocados, específicamente, en el desarrollo de las habilidades para el siglo XXI, a través de la robótica educativa se han llevado a cabo, en Estados Unidos. En uno de ellos, una profesora, sin muchos conocimientos de robótica, decidió crear un curso virtual para 25 estudiantes de grados cuarto y quinto de primaria. Una vez, tuvo la autorización de los padres, envió los kits de robótica a los estudiantes. Los kits eran muy económicos, pero contaban con algunos sensores y podían ser programados utilizando conceptos binarios simples. Las tareas se discutían a través de foros. La profesora no se limitó por su carencia de conocimientos y dejó claro que en un ambiente de aprendizaje, tanto el profesor como los estudiantes se lanzan a una experiencia, en la cual todos pueden aprender (Fleming, 2014). En sus conclusiones, reporta el aprendizaje de solución de problemas, a través de foros virtuales y la mejora en las habilidades de comunicación, a través de Internet, de sus estudiantes. Lo cual, es un aspecto importante en muchos de los trabajos actuales. También, menciona el desarrollo de la perseverancia y autoconfianza, así como la importancia de que los estudiantes aprendan de sus pares.

En otro trabajo, realizado por Eguchi, en 2013, con estudiantes preuniversitarios, se encontró que los dos focos planteados en el curso: Robótica y Habilidades para el siglo XXI, fueron logrados con suficiencia. Además, mostró que aunque algunos estudiantes tenían una percepción negativa del trabajo grupal, su paso por el curso había logrado cambiarla por una más positiva hacia el aprendizaje colaborativo (Eguchi, 2014). Encontraron que trabajar juntos contribuyó a completar de forma exitosa el trabajo planteado y que es importante ayudarse mutuamente. Al final del curso, los estudiantes expresaron una gran satisfacción y declararon haber aprendido muchas cosas valiosas. La robótica educativa es una de las mejores herramientas para crear una experiencia de aprendizaje divertida (Eguchi, 2014), a la vez que promueve la

adquisición de otras habilidades en los estudiantes. Sugiere realizar seguimiento, para analizar cómo aprender a colaborar ayuda a mejorar el desempeño de los estudiantes en futuros cursos y también realizar un estudio similar con estudiantes más jóvenes, para poder evaluar su aprendizaje de las habilidades del siglo XXI, a través de la robótica educativa.

La iniciativa internacional Robo Cup Junior (RCJ) fundada en el año 2000, tiene como objetivo el fomento de habilidades de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas a través de competencias de robótica educativa. Está relacionada con Robo Cup, la cual promueve la robótica y la investigación en inteligencia artificial, mediante el desarrollo de robots que juegan fútbol, hacen búsquedas y rescates (Eguchi, 2016). En el año 2000, la RCJ, tuvo 25 equipos participantes de tres países y hoy en día cuenta con entre 200 -300 equipos de 40 países y nuevamente Eguchi, realizó un trabajo acerca de las contribuciones de la RCJ, a la robótica educativa. Sus principales hallazgos incluyen confirmación de que la robótica promueve el interés en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. También, afirma que las experiencias de aprendizaje basadas en proyectos, orientadas a metas y que implican construcción tal como se viven en las competencias de robótica educativa proporcionan un impacto duradero en los estudiantes y los motiva a llevar a cabo exploraciones más profundas de estos temas. Encontró evidencias acerca del impacto positivo en el fomento de habilidades como comunicación, colaboración, pensamiento computacional y habilidades de ingeniería.

La robótica educativa promueve la interacción entre los integrantes de un grupo, al fomentar la comunicación en un ambiente de aprendizaje. Esta interacción ocurre con el medio ambiente, con sus compañeros y a nivel interno. Los dispositivos reales, contruidos por los estudiantes, les ayudan a construir representaciones mentales y a validar modelos y conceptos. Es decir, se genera una relación entre los ejes tecnológico, pedagógico y disciplinar, tal como lo



establece el modelo TPACK. Así mismo, se busca equilibrar los recursos tecnológicos y pedagógicos con el fin de lograr los objetivos disciplinares.

## **6. Marco Teórico**

A continuación, se presenta el modelo conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido TPACK, el cual analiza las relaciones existentes entre los tipos básicos de conocimiento existentes en un aula. Además, contiene las principales teorías, marcos conceptuales y fundamentos epistemológicos del constructivismo, construccionismo, habilidades para el siglo XXI y robótica educativa que conforman los ejes de esta investigación. Se examinan los elementos de mayor importancia en cada uno de estos ejes considerando su aplicabilidad para este trabajo.

En el componente pedagógico es analizado el cognitivismo como teoría principal que da origen al modelo constructivista. Dentro de este modelo se adopta un enfoque construccionista que incorpora las principales ideas que deben estar presentes en un ambiente de aprendizaje mediado con tecnología. La sección disciplinar incluye un análisis detallado de los principales marcos conceptuales que definen las habilidades para el siglo XXI y la solución colaborativa de problemas. Igualmente, se incluyen las rúbricas de observación y la progresión de desarrollo utilizada para evaluar la SCP.

Finalmente, se expone la robótica social como área relacionada con la robótica educativa, eje tecnológico empleado en este trabajo. Se establecen sus inicios y las principales ideas detrás de la incorporación de esta tecnología al aula, así como un recuento de la historia de la compañía LEGO, fabricante de los kits de robótica empleados para realizar la intervención pedagógica. También, son descritos los kits EV-3, sus principales componentes de hardware y su software de aplicación, el cual incluye un entorno de programación gráfico que permite descargar al ladrillo inteligente los programas desarrollados por los estudiantes.

### 6.1 Modelo conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido (TPACK)

El modelo TPACK, identifica el conocimiento requerido por los profesores para enseñar de manera efectiva con tecnología (Koehler, 2016). Considera las tres formas de conocimiento básicas que existen en un ambiente de aprendizaje: el de contenido, el pedagógico y el tecnológico. TPACK, sostiene que estos tres tipos de conocimiento no deben considerarse de forma aislada. Por el contrario, están íntimamente ligados y sus intersecciones generan cuatro tipos de conocimiento relacionados y aplicables a los procesos de enseñanza mediados con tecnología (Mishra & Koehler, 2006).

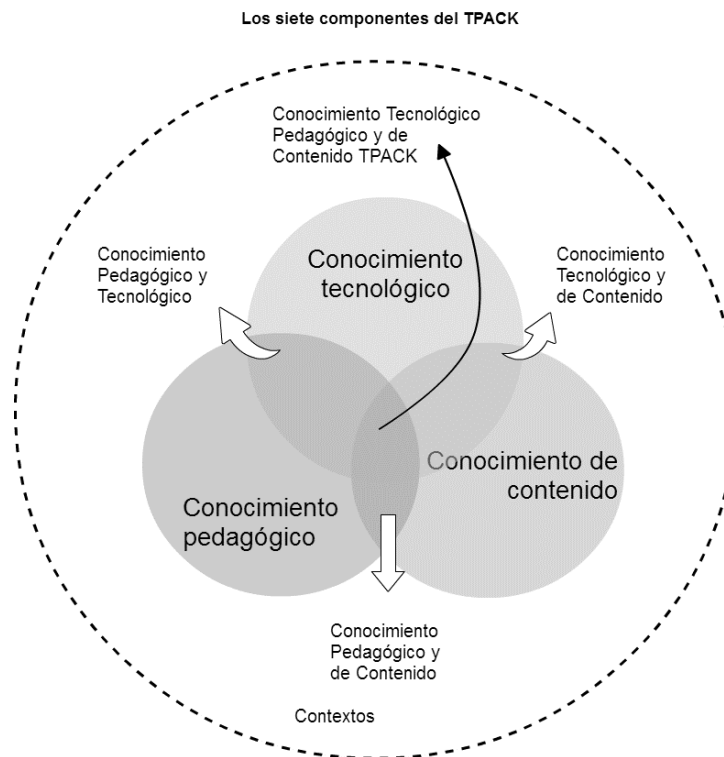


Figura 3. Componentes del TPACK. Adaptado de <http://tpack.org>

Tal como se aprecia en la Figura 3, las intersecciones entre los tres conocimientos primarios generan los conocimientos tecnológico y de contenido; pedagógico y de contenido; pedagógico y tecnológico, así como, el conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido

TPACK (Koehler, 2016). Integrar la tecnología de forma efectiva a un ambiente de aprendizaje requiere ser consciente acerca de las relaciones existentes entre estas áreas de conocimiento y sus contextos, lo cual implica que para cada situación particular el modelo TPACK es diferente. Es decir, no existe una combinación estándar que sea aplicable para todos los casos.

El conocimiento de contenido es el que debe poseer un docente, acerca del tema que pretende enseñar. Incluye los conceptos, teorías, ideas, estructuras organizacionales, prácticas usuales y aproximaciones hacia el desarrollo del mismo. De otra parte, el conocimiento tecnológico se refiere a las habilidades necesarias para que un docente pueda utilizar los recursos tecnológicos y herramientas más adecuadas en cada caso. Exige una comprensión profunda de las TIC, para poder usarlas con precisión y permanecer actualizado pese a sus constantes cambios (Mishra & Koehler, 2006).

El conocimiento pedagógico tiene que ver con los procesos de enseñanza y aprendizaje. Incluye habilidades de manejo de grupo, planeación de clases y evaluación (Koehler, 2016). De igual manera, el conocimiento pedagógico y de contenido se relaciona con la manera como un profesor es capaz de representar los conceptos relacionados con un tema de múltiples formas, para transmitirlo a sus estudiantes. Reúne todas las facetas relacionadas con la enseñanza, el aprendizaje, el currículo y la evaluación. Es decir, que está en el núcleo de lo que significa ser docente (Harris et al., 2009).

El conocimiento tecnológico y de contenido estudia las relaciones existentes entre la tecnología y el contenido. Es decir, el profesor debe comprender la forma como un contenido puede ser modificado por la utilización de una tecnología dada. Además, identificar las tecnologías más adecuadas para apoyar una disciplina (Koehler, 2016). El conocimiento pedagógico y tecnológico analiza como los procesos de enseñanza, aprendizaje son afectados por

la utilización de una tecnología. Se deben conocer los alcances y limitaciones de las herramientas tecnológicas integradas dentro de una estrategia pedagógica (Harris et al., 2009).

Por último, en el centro de la gráfica está el conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido (TPACK). Requiere entender la representación de conceptos con tecnología y plantear estrategias pedagógicas que utilicen la tecnología como herramienta de construcción para enseñar contenidos (Koehler, 2016). También, implica analizar los factores que podrían dificultar la comprensión de un tema y tratar de superarlos mediante el uso de la tecnología. Adicionalmente, utilizar la tecnología como medio de andamiaje para construir sobre conocimientos previos (Harris et al., 2009).

## **6.2 Cognitivismo**

Comprender el origen del conocimiento y la forma como el ser humano aprende es un interrogante que se ha intentado solucionar por siglos (Ertmer & Newby, 1993). Esto ocasionó el surgimiento de dos posiciones teóricas que intentaban resolver esta cuestión. Los empiristas o asociacionistas fue un movimiento encabezado por Aristóteles, y postulaban que la fuente del conocimiento son los sentidos y la experimentación. Las interacciones con el medio ambiente generan asociaciones y experiencias lo cual conduce al conocimiento. Según Aristóteles: “Nada hay en la mente que no haya estado antes en los sentidos” (Aristóteles & Candel, 1988).

De otro lado, los racionalistas argumentaban que el conocimiento proviene de la razón sin ayuda de los sentidos. Uno de sus principales exponentes fue Platón, quien fuera maestro de Aristóteles, y quien creía que la mente daba origen al conocimiento por medio de los recuerdos, el descubrimiento y la reflexión sobre las ideas personales acerca de un tema dado (Ertmer & Newby, 1993). Para Platón, las ideas son modelos correspondientes a sus contrapartes materiales y los conocimientos son reminiscencias (“El racionalismo”, s. f.). Estas dos posiciones han dado origen a teorías de aprendizaje que subsisten hasta el día de hoy.

El empirismo de Aristóteles, origina el conductismo, el cual fue el paradigma dominante hasta el inicio de los años 60 aproximadamente (Ertmer & Newby, 1993). Para esta teoría, el aprendizaje se evidencia en los comportamientos observables del individuo, los cuales deben ser la respuesta asociada a un estímulo. Por lo tanto, el aprendizaje se habrá logrado si ante un estímulo dado el individuo demuestra la respuesta asociada correcta. Es decir, los elementos clave del conductismo son el estímulo, la respuesta y la asociación entre ambos. Adicionalmente, para el conductismo es importante reforzar las respuestas y las asociaciones deseadas.

El cognitivismo se ocupa de los procesos mentales del individuo. Cambia la visión del receptor pasivo de información, que prevalecía en el conductismo, por la de un estudiante activo que procesa, categoriza, clasifica y almacena la nueva información (Ertmer & Newby, 1993). Enfatiza el hecho que el ser humano crea modelos mentales y esquemas internos. Esto implica que el universo es una interpretación de las estructuras y procesos mentales de cada individuo. Para el cognitivismo el aprendizaje se demuestra mediante el cambio de las estructuras mentales del individuo ("Cognitivism - Learning Theories", s. f.)

### **6.3 Constructivismo Social**

El cognitivismo da origen al constructivismo, el cual es el paradigma que enmarca este trabajo. El cognitivismo y el constructivismo coinciden en considerar el aprendizaje como un proceso mental. Sin embargo, el constructivismo se enfoca en la construcción de significados a partir de interacciones con el medio ambiente y con otros individuos. No es exclusivamente empirista o racionalista sino que cruza los dos modelos y afirma que el conocimiento es una función que depende de las interacciones y de los significados contruidos a partir de estas (Ertmer & Newby, 1993).

El conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción mental del ser humano (Mercado, 2011). Se realiza con los esquemas que la persona ya posee, es decir sus

conocimientos previos, los cuales se van modificando debido a una serie de factores externos tales como la interacción social, el medio ambiente, las experiencias y factores internos o biológicos. Por lo tanto, se puede decir que hay un proceso activo de construcción interna el cual genera nuevas ideas con base en ideas previas y en los intercambios que ocurren con el entorno y otros individuos.

Existen muchas corrientes constructivistas entre las que se destacan autores como Piaget, Vygotsky, Bruner y Ausubel (Mercado, 2011). Para esta investigación son de especial importancia los planteamientos realizados por Lev Vygotsky, cuyas obras dan origen al denominado constructivismo social. Hizo especial énfasis en la importancia del lenguaje como elemento mediador. Es el puente del conocimiento entre los seres humanos, regula las interacciones y permite establecer consensos. Las costumbres y conocimientos de una sociedad son transferidos a sus nuevos miembros por medio del lenguaje (Vygotsky, 1980).

El habla hace parte esencial del desarrollo cognitivo del niño y el lenguaje le permite relacionarse socialmente y seguir aprendiendo (Vygotsky, 1980). Para comprender el proceso de desarrollo cognitivo del ser humano se efectuaron experimentos en los que monos enjaulados debían solucionar un problema tendiente a obtener un banano. Los comportamientos observados eran luego comparados con los de pequeños niños tratando de solucionar un problema similar. La conclusión fue que el elemento diferenciador entre los tipos de sujetos observados es: el lenguaje.

Cuando está solucionando un problema un niño es capaz de apoyarse en el habla y con esto es capaz de crear muchas más posibilidades que un mono, el cual está limitado únicamente a su campo visual (Vygotsky, 1980). Recurre a la denominada “habla egocéntrica” que consiste en decir en voz alta las posibles soluciones y el procedimiento para lograrlas y entre más difícil el problema más apoyo debe obtener del lenguaje. Por lo tanto, la capacidad humana del habla

habilita al niño a contar con un mayor número de herramientas para solucionar problemas, evita acciones impulsivas y le permite planear estrategias y soluciones.

Vygotsky, da importancia a la interacción entre los individuos, de hecho afirma que el aprendizaje es un acto social (Vygotsky, 1980). Su visión es que la escuela debe promover el desarrollo del individuo y potenciar la capacidad intelectual de los alumnos (Orellana, 2002). Es decir, el desarrollo es un proceso interno e individual, el cual es potenciado por el aprendizaje que es un proceso social. En el constructivismo, el centro del proceso de aprendizaje es el estudiante, quien construye su propio conocimiento a partir de la interacción con sus pares y su entorno.

En un mundo mediado por el lenguaje la comunicación es una habilidad social muy importante. Este estudio busca fomentar la comunicación y su uso como herramienta para lograr acuerdos de grupo enfocados al establecimiento de un curso de acción tendiente a la solución de un problema. Esto implica, un detallado análisis de las interacciones de los individuos con sus pares, así como sus comportamientos y actitudes. Los acuerdos logrados al interior de un grupo denotan el desarrollo de procesos y habilidades de tipo cognitivo (Griffin, McGaw, & Care, 2012).

El conocimiento se construye con base en las experiencias y saberes previos del niño, quien ha estado aprendiendo aún mucho antes de ingresar a la escuela. Por lo tanto, en cualquier área ya tiene experiencias previas (Vygotsky, 1980). La interacción se da a nivel externo pero genera el uso de funciones psicológicas que permiten interiorizar el conocimiento. La Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) es la diferencia entre lo que el estudiante es capaz de hacer en un momento dado y lo que puede lograr con la colaboración de un profesor o de un compañero más avanzado. Ver Figura 4.



Por lo tanto, con la debida práctica y guía un estudiante puede lograr algo que no podría hacer solo y en un corto tiempo podrá realizarlo sin acompañamiento (Griffin, Woods, Mountain, & Scoular, 2013). De acuerdo con Vygotsky (1980): “La zona de desarrollo próximo define esas funciones que no han madurado aún pero que están en proceso de maduración, (...). Estas funciones podrían ser denominadas las flores del desarrollo más que los “frutos” del desarrollo. El nivel actual de desarrollo caracteriza el desarrollo mental retrospectivamente mientras que la zona de desarrollo próximo caracteriza el desarrollo mental prospectivamente” (p. 79).

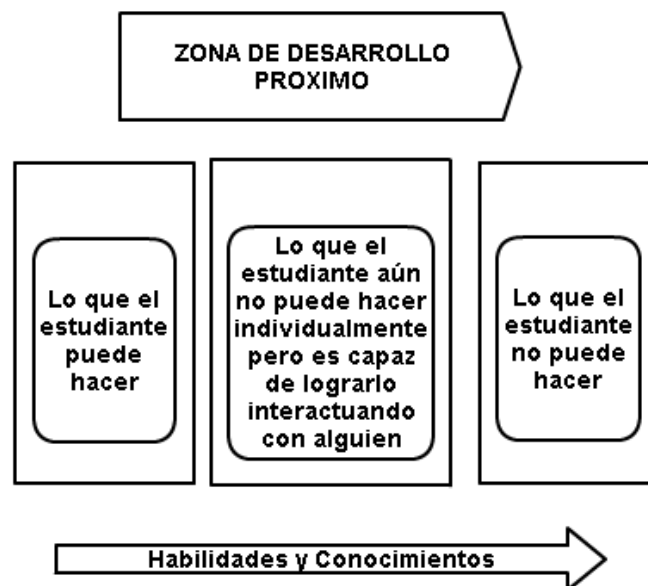


Figura 4. Zona de Desarrollo Próximo. Adaptado de ATC21S

También, afirma que para poder mejorar la enseñanza a través del aprendizaje es necesario identificar esos saberes que un estudiante está comenzando a entender y trabajar para desarrollar y nutrir esos conocimientos o habilidades. Es decir, le da gran importancia al rol del docente y concibe las evaluaciones como medios para ayudar a desarrollar la habilidad de los estudiantes. Con la información que se obtiene de estas se puede establecer el nivel actual de desarrollo de los

estudiantes y generar actividades adecuadas que afiancen ese nivel y lo proyecten al siguiente.

Esto se denomina andamiaje (Griffin et al., 2013).

#### **6.4 Construccinismo**

Es una teoría creada por Seymour Papert, inspirado en la psicología constructivista. Habiendo sido discípulo de Piaget, comparte la idea de que el conocimiento se construye pero, considera que el aprendizaje ocurre mejor en un contexto donde el estudiante pueda manipular y construir algo (Papert & Harel, 1991). Así como un escultor puede moldear sus materiales con diversas herramientas, los estudiantes deben poder expresar lo que tienen en su imaginación por medio de elementos donde confluyan la física, las matemáticas y el arte. Es decir utilizando la tecnología como herramienta de construcción.

Da como ejemplo los kits robóticos con sensores que les permiten a los estudiantes construir modelos móviles, que pueden seguir la luz o reaccionar a la temperatura etc. Esto lleva a que se realicen aprendizajes con un grado de gusto similar al que inspiran en los estudiantes los videojuegos. En resumen, Papert, realza los beneficios de llevar tecnología al ambiente de aprendizaje de tal forma que el educando pueda sumergirse en lo desconocido de una manera agradable y que tenga en cuenta su contexto. Sin embargo, hace énfasis en que la sola presencia de la tecnología no producirá cambios si no hay una intención pedagógica clara (Urrea, 2014).

En esta teoría, el estudiante es el centro del proceso de aprendizaje y tiene un rol totalmente activo, es el constructor de sus propias estructuras intelectuales a través de la manipulación y la construcción. El entorno debe favorecer el desarrollo cognitivo y permitir enriquecer el trabajo con las ideas y motivaciones personales del estudiante (Meneses, 2014). El docente debe estar capacitado para reconocer las características individuales de sus estudiantes y para generar situaciones de enseñanza acordes que afiancen su desarrollo y lo proyecten al siguiente nivel.

Según Papert, algunas personas prefieren la cercanía a los objetos físicos, mientras que otras se pueden alejar de los materiales concretos utilizando un razonamiento más abstracto (Papert & Harel, 1991). Esta es una razón fundamental para el desarrollo del construccionismo. La construcción física de un objeto, en el mundo real, a su vez genera un modelo mental que ayuda a la construcción del conocimiento. Por lo tanto, el construccionismo afirma que las mejores formas de aprender se generan proporcionando al estudiante oportunidades para construir (Papert & Harel, 1991).

Para Papert, las siguientes ocho ideas deberían estar presentes en un ambiente de aprendizaje construccionista:

- Aprender haciendo;
- Utilizar la tecnología como herramienta de construcción;
- Diversión difícil;
- Aprender a aprender;
- Tomar el tiempo adecuado para el trabajo;
- No se pueden hacer las cosas bien sin antes haberlas hecho mal;
- El profesor debe hacer lo mismo que quiere que sus estudiantes hagan;
- Conocer acerca de la tecnología es tan importante como saber leer y escribir;

Estas ideas, al igual que los principios constructivistas en lo que tiene que ver con la interacción mediada por el lenguaje con los compañeros y el entorno para construir conocimientos son el núcleo del eje pedagógico de este trabajo. La utilización del modelo TPACK, busca equilibrar los recursos pedagógicos y tecnológicos para crear un ambiente de aprendizaje que proporcione oportunidades para lograr el fomento de habilidades de

comunicación, colaboración y solución de problemas / pensamiento crítico. Los kits de robótica educativa utilizar la tecnología como material de construcción y de expresión de ideas.

### **6.5 Habilidades para el siglo XXI**

Son las habilidades clave requeridas para que una persona sea exitosa (Trilling & Fadel, 2009). Es indispensable para los individuos en la era de la información adquirir habilidades, que les permitan incorporarse de manera exitosa a un mundo, cada vez más especializado y complejo (Binkley, Erstad, Herman, Raizen, Ripley, Miller-ricci, et al., 2012). La economía global requiere de altas dosis de creatividad e innovación, que permitan generar nuevos productos y servicios, que cumplan con las exigencias de los mercados globalizado. Para lograr esto se debe generar sinergia entre la tecnología y el capital humano (Griffin, Care, et al., 2012).

El desarrollo de las TIC ha generado cambios en los mercados laborales, muchos de los trabajos actuales requieren del empleado el manejo de diversos dispositivos electrónicos y de comunicaciones, además, en muchos sitios se conforman equipos interdisciplinarios de trabajo para afrontar los proyectos (Griffin, Care, et al., 2012). Mientras, en la era industrial se requería enseñar a los trabajadores habilidades para la producción, hoy en día se requiere fomentar en los estudiantes habilidades que les permitan producir, distribuir y consumir información (Binkley, Erstad, Herman, Raizen, Ripley, Miller-ricci, et al., 2012).

Organizaciones de diversas partes del mundo, tales como: UNESCO, OCDE, la “Asociación para las Habilidades del Siglo XXI”, p21 (del inglés Partnership for 21st Century Skills), en Estados Unidos y la ATC21S, en Australia, se han ocupado de la definición y conceptualización de las habilidades para el siglo XXI. Se examinan a continuación estos marcos conceptuales.

#### **6.5.1 Definición de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - (UNESCO).**

Las definiciones de las habilidades para el siglo XXI, utilizadas por la UNESCO, se basan en el reporte Delors de 1996. El cual fue presentado por la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI, presidida por, Jacques Delors. En este reporte se establecieron los lineamientos que guiarían la educación en el siglo XXI. Enfatizaba, el aprendizaje por competencias con cuatro pilares básicos: Aprender a saber, Aprender a hacer, Aprender a ser y Aprender a vivir juntos. Estos pilares daban unos amplios horizontes a la educación, que permitirían el pleno desarrollo del ser humano.

#### ***6.5.1.1 Aprender a saber.***

Se vincula con el desarrollo de la memoria, la imaginación, el razonamiento y solución de problemas, pensar de una forma coherente y aprender a aprender. Igualmente, se relaciona con el concepto de construcción de conocimiento, ya que asume que el conocimiento es dinámico y se puede adquirir a lo largo de toda la vida formal e informalmente. En este pilar se desarrollan los procesos superiores de pensamiento y habilidades como el pensamiento crítico y la toma de decisiones (Nan-Zhao, 2005) las cuales permiten conocer y comprender el mundo y el entorno individual.

#### ***6.5.1.2 Aprender a hacer.***

Este pilar está basado en la aplicación de aquello que se ha aprendido. Se refiere a las habilidades de tipo laboral pero también implica comunicación efectiva, desarrollo de una aptitud para el trabajo en equipo, iniciativa y preparación para tomar riesgos. Además, implica adaptabilidad al cambio en el campo laboral y competencia para transformar el conocimiento en innovaciones (Delors, 1996). Los trabajos en demanda actualmente son aquellos que requieren innovación, análisis y toma de decisiones a diferencia de los trabajos rutinarios que en su mayoría son realizados por computadores hoy en día.

**6.5.1.3 Aprender a ser.**

Está basado en el principio fundamental que la educación debe contribuir al desarrollo de cada individuo y que a su vez el objetivo del desarrollo es la completa realización del hombre en su personalidad, su forma de expresión y sus compromisos individuales, familiares y con la sociedad (Nan-Zhao, 2005). Este pilar, tiene que ver con la complejidad de lo que es el ser humano, su diversidad y como facilitar su desarrollo mediante la adquisición de conocimientos, habilidades y valores. Lo cual, incluye dimensiones morales, culturales, intelectuales y físicas (Century & Delors, 1996).

**6.5.1.4 Aprender a vivir juntos.**

Es el pilar en el cual la UNESCO hace un mayor énfasis. Se refiere a desarrollar un entendimiento de los demás. También, pone de manifiesto el hecho de que si se ha de entender a otros se debe lograr primero el auto entendimiento. Promueve el aprecio por la diversidad del ser humano, el respeto a los demás así como su cultura y sus valores (Delors, 1996) y la búsqueda de una convivencia sana, pacífica y armoniosa con el entorno y el manejo los conflictos de forma pacífica respetando la dignidad que merecen los seres humanos para crear un futuro con propósitos compartidos (Nan-Zhao, 2005).

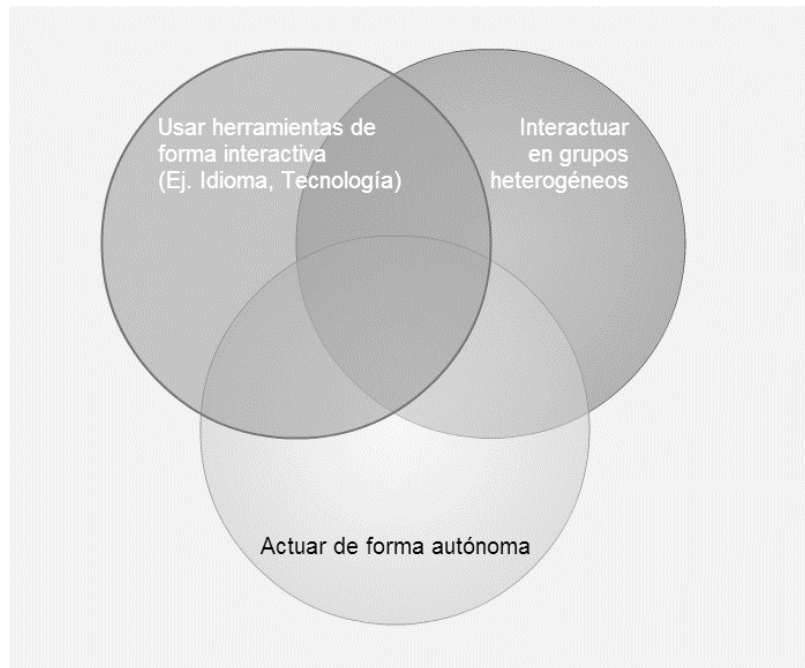
**6.5.2 Definición de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - (OCDE).**

A finales de los 90 la OCDE inició el proyecto Definición y Selección de Competencias clave (DeSeCo), el cual buscaba elaborar un marco conceptual para identificarlas. Este proyecto se desarrolló en Suiza y estuvo ligado al Programa PISA. Reunió expertos en diversas disciplinas y recogió los aportes de los países miembros de la OCDE. Su objetivo era acoger la diversidad y los principales valores presentes en los diferentes países y culturas teniendo en cuenta los

desafíos de la economía global (Richen & Salganik, 2005). La conceptualización de la OCDE acerca de las habilidades para el siglo XXI, se basa en este proyecto.

Su enfoque apunta a las competencias, ya que de acuerdo con su definición: “una competencia va más allá del conocimiento o de las habilidades. Involucra la habilidad de cumplir demandas complejas usando y movilizandorecursos psicosociales (habilidades y actitudes) en un contexto particular” (Richen & Salganik, 2005). Por ejemplo, la capacidad de comunicarse efectivamente de una persona depende de su conocimiento del lenguaje, sus habilidades en el manejo de las tecnologías de la información y las actitudes hacia aquellos con quienes se comunica.

Las competencias clave para la OCDE son clasificadas en tres categorías amplias. Ver Figura 5.



*Figura 5.* Las competencias clave y sus categorías definidas por la OCDE. Adaptado de OCDE

### ***7.5.2.1 Usar herramientas de forma interactiva.***

En la primera de estas categorías, los individuos necesitan aprender a utilizar un amplio rango de herramientas para interactuar efectivamente con otros y con el medio ambiente. Estas herramientas son físicas como las tecnologías para el manejo de información y socioculturales como el uso del lenguaje. Las personas requieren entender muy bien todas estas herramientas para poder utilizarlas y adaptarlas a sus propósitos (Richen & Salganik, 2005). Dentro de este grupo estarían las habilidades de manejo de información y tecnología.

### ***6.5.2.2 Interactuar en grupos heterogéneos.***

En la segunda de estas categorías se realiza el hecho de que a lo largo de su vida el ser humano depende de los demás para subsistir material y psicológicamente. Los individuos necesitan relacionarse con otros y en últimas interactuar en grupos heterogéneos. Por lo tanto, es importante interactuar con otras personas, cooperar en equipos de trabajo así como manejar y resolver conflictos por medio del diálogo. Implica aprender, vivir y trabajar con otros (Rychen & Salganik, 2003). En este grupo estarían las denominadas habilidades blandas, tales como la comunicación y la colaboración.

### ***6.5.2.3 Actuar de forma autónoma.***

La tercera categoría tiene que ver con actuar de forma autónoma y manejar su vida de forma responsable en un contexto social amplio. Los individuos deben poder participar en el desarrollo de la sociedad y ser capaces de desenvolverse en los diferentes ámbitos que le son inherentes tales como el laboral, el familiar y el social. Además, tener identidad, independencia y criterio para tomar decisiones adecuadas y no simplemente seguir a la multitud (Rychen & Salganik, 2003). Actuar de manera autónoma debe ser un acto reflexivo que tenga en cuenta las posibles repercusiones de una decisión determinada y cómo ésta afecta a los demás.

## **6.5.3 Definición de la Asociación para las habilidades del siglo XXI (p21).**



Esta organización tiene sede en los Estados Unidos, y su conceptualización de las habilidades del siglo XXI incluye tres grupos amplios de habilidades: de vida y carrera, de aprendizaje e innovación, y en información, medios y tecnología. La p21, sugiere la mezcla de las materias académicas tradicionales con estas habilidades y con temas del siglo XXI. En la Figura 6, los temas nucleares están rodeados por los tres grupos de habilidades, para lograr resultados los estándares, el currículo, el desarrollo profesional y los ambientes de aprendizaje deben estar alineados y servir como sistemas de soporte al proceso (Trilling & Fadel, 2009).

Dentro de las habilidades de aprendizaje e innovación se incluyen las 4C's (comunicación, colaboración, creatividad e innovación, solución de problemas / pensamiento crítico) mezcladas con las 3R's (lectura, escritura y aritmética). Las habilidades en medios y tecnología incluyen: alfabetización en información, en medios y en TIC. Las habilidades de vida y carrera incorporan: flexibilidad y adaptabilidad, iniciativa y auto-dirección, habilidades sociales y transculturales, productividad, liderazgo y responsabilidad ("P21 Framework definitions", 2009)

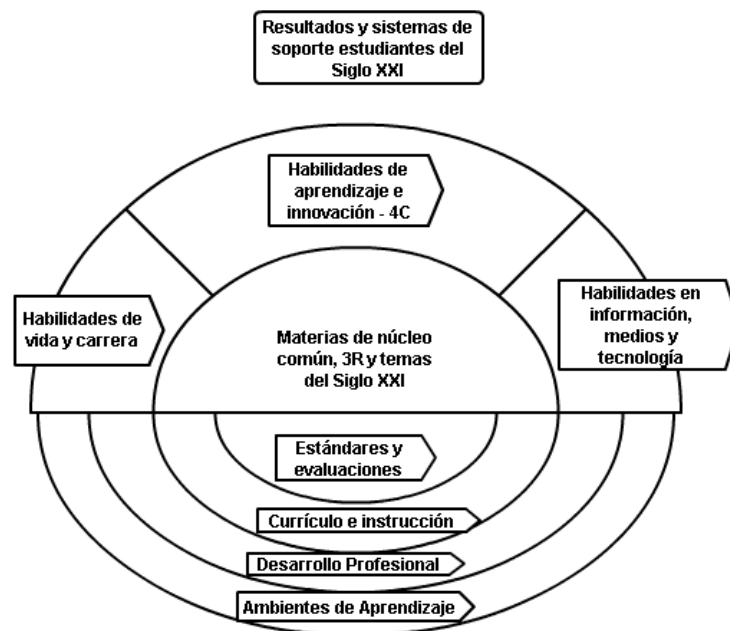


Figura 6. Arco Iris de conocimientos y habilidades del Siglo XXI. Adaptado de p21.

#### 6.5.4 Definición de la Evaluación y Enseñanza de las Habilidades para el Siglo XXI (ATC21S).

En Enero del 2008, con el patrocinio de las empresas: Cisco, Intel y Microsoft, se lanzó un proyecto internacional de investigación, cuyo objetivo principal fue ayudar a transformar la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de las habilidades para el siglo XXI (Griffin, Care, et al., 2012). Este proyecto tuvo como base de operaciones la universidad de Melbourne, Australia y se denominó: Evaluación y Enseñanza de las Habilidades para el Siglo XXI (“The Assessment and Teaching of 21st Century Skills” (ATC21S)). Adicionalmente, el proyecto se desarrolló también en otros países como Costa Rica, Singapur e Inglaterra.

La definición y conceptualización de las Habilidades para el Siglo XXI, fue realizada, en el 2009, por un grupo de más de 250 investigadores en 60 instituciones, alrededor del mundo (Griffin, Care, et al., 2012). Como resultado, se identificaron diez habilidades y se organizaron en cuatro grupos (ver Figura 7). Los cuatro grupos abarcan maneras de pensar, maneras de trabajar, herramientas para trabajar y formas de vivir en el mundo. Además, en cada habilidad se incluyen los conocimientos, las destrezas y las actitudes, valores y aspectos éticos que se deben tener en cuenta para saber si una habilidad está o no presente.

Maneras de pensar	Maneras de trabajar	Herramientas para trabajar	Formas de vivir en el mundo
Creatividad e innovación	Comunicación	Alfabetización en información	Ciudadanía
Pensamiento crítico, Solución de problemas	Colaboración y trabajo en equipo	Alfabetización en tecnologías de la información (TIC)	Vida y carrera
Aprender a aprender, Metacognición			Responsabilidad personal y social

Figura 7. Habilidades para el Siglo XXI definidas por la ATC21S. Adaptado de ATC21S.

### 6.5.5 Comparación de marcos conceptuales.

Una vez examinados estos marcos conceptuales acerca de las habilidades para el siglo XXI, se puede concluir que existen más similitudes que diferencias (ver Tabla 1). Aunque, cada definición hace énfasis en aspectos diferentes, todas convergen en habilidades tales como: la comunicación, la colaboración, la alfabetización en TIC y las competencias sociales y culturales. Además, casi todas incluyen creatividad, productividad y solución de problemas / pensamiento crítico (Binkley, Erstad, Herman, Raizen, Ripley, Miller-ricci, et al., 2012).

En este trabajo se utiliza la definición de habilidades para el siglo XXI, propuesta por el proyecto, ATC21S, ya que aborda aspectos relacionados con la enseñanza, evaluación y currículo de las habilidades para el siglo XXI. Las demás definiciones analizadas no tratan estos puntos de forma específica. Adicionalmente, la definición del ATC21S, es amplia, porque busca incluir en cada habilidad los conocimientos, destrezas, actitudes y valores éticos de cada habilidad. Para lograr esto, generaron el modelo (KSAVE), del inglés Knowledge, Skills, Attitudes, Values and Ethics, el cual será explicado más adelante.

Tabla 1

*Comparación de marcos conceptuales habilidades para el siglo XXI*

ATC21S	UNESCO	OCDE	p21
<ul style="list-style-type: none"> <li>Formas de pensar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprender a saber</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprendizaje e innovación</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Creatividad e innovación, pensamiento crítico / solución de problemas, toma de decisiones, aprender a aprender, metacognición</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Creatividad, pensamiento crítico, solución de problemas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Formas de trabajar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprender a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interactuar en</li> </ul>	

hacer		grupos heterogéneos	
▪ Comunicación, Colaboración		▪ Relacionarse bien con otros, cooperar, trabajar en equipos, manejar y resolver conflictos	▪ Comunicación, Colaboración
▪ Herramientas para trabajar	▪ Aprender a hacer	▪ Utilizar herramientas interactivamente	▪ Información, medios y tecnología
▪ Alfabetización en TIC y en Información		▪ Utilizar el lenguaje, símbolos y textos interactivamente, utilizar el conocimiento y la información interactivamente, utilizar la tecnología interactivamente	▪ Alfabetización en medios, en información y en TIC
▪ Vivir en el mundo	▪ Aprender a ser  ▪ Aprender a vivir juntos	▪ Actuar de forma autónoma	▪ Vida y carrera
▪ Ciudadanía local y global, vida y carrera, responsabilidad personal y social, incluyendo consciencia cultural y competencia		▪ Actuar teniendo en cuenta un contexto amplio y dirigir su plan de vida y sus proyectos personales, defender y hacer valer sus derechos, intereses, límites y necesidades	▪ Flexibilidad y adaptabilidad, iniciativa y auto regulación, habilidades sociales y transculturales, productividad, liderazgo y responsabilidad

*Nota.* Adaptado de ATC21S Copyright 2012 por ATC21S. Reimpreso con permiso

### 6.5.6 Solución Colaborativa de Problemas (SCP).

La SCP, comprende habilidades sociales como la comunicación y colaboración también, cognitivas como la solución de problemas / pensamiento crítico. Se puede definir como:

“aprender a combinar recursos y habilidades provenientes de diferentes puntos al enfrentar problemas complejos que no pueden ser resueltos por una sola persona” (Griffin et al., 2013).

Adicionalmente, al trabajar con otras personas los pasos tomados para resolver un problema se hacen visibles cuando son socializados (Griffin, McGaw, et al., 2012).

Reunir estas habilidades, hace que la SCP, sea adecuada para solucionar la pregunta que originó esta investigación. Estas habilidades son cada vez más importantes en el campo laboral y personal. También, pueden ser aprendidas y enseñadas, tal como lo estableció Polya, con la solución individual de problemas: “Puedes aprenderlo únicamente mediante imitación y práctica” (Polya, 1965, p. ix). Además, su nivel actual puede ser determinado utilizando rúbricas de observación que sean en sí mismas progresiones de desarrollo incrementales, con diferentes niveles de la habilidad.

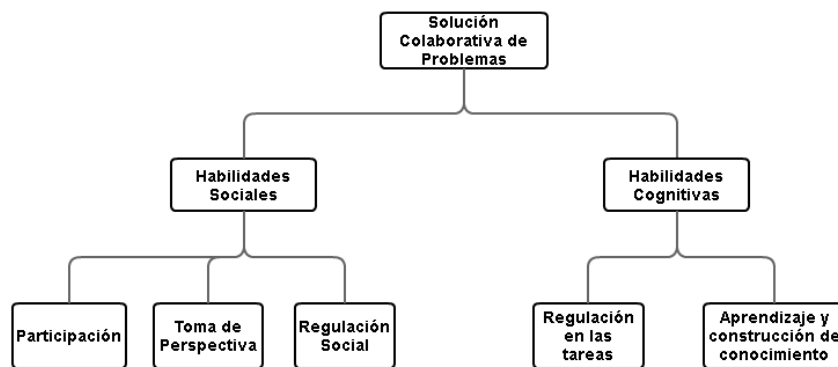


Figura 8. Solución colaborativa de problemas con habilidades sociales y cognitivas. Adaptado de ATC21S

La solución colaborativa de Problemas subsume las siguientes habilidades sociales y cognitivas. Consta de cinco hilos (ver Figura 8):

- Participar aportando sus conocimientos, experiencias y habilidades a un grupo de forma constructiva
- Reconocer la perspectiva de otras personas en un grupo
- Reconocer la necesidad de contribuciones y cómo manejarlas
- Identificar la estructura y el procedimiento requerido para resolver un problema
- Construir y desarrollar conocimiento y entendimiento

Cada una de estas habilidades sociales y cognitivas, a su vez, está conformada por otras sub-habilidades que pueden ser observadas como comportamientos y actitudes. Por ejemplo, la participación incluye: acción, interacción y perseverancia para completar las tareas. La toma de perspectiva incluye: sensibilidad y reconocimiento de la audiencia (Binkley, Erstad, Herman, Raizen, Ripley, Miller-ricci, et al., 2012). Por lo tanto, la SCP se puede ver como más una mezcla de sub-habilidades. La Figura 9, muestra el desglose completo de sub-habilidades para la SCP.

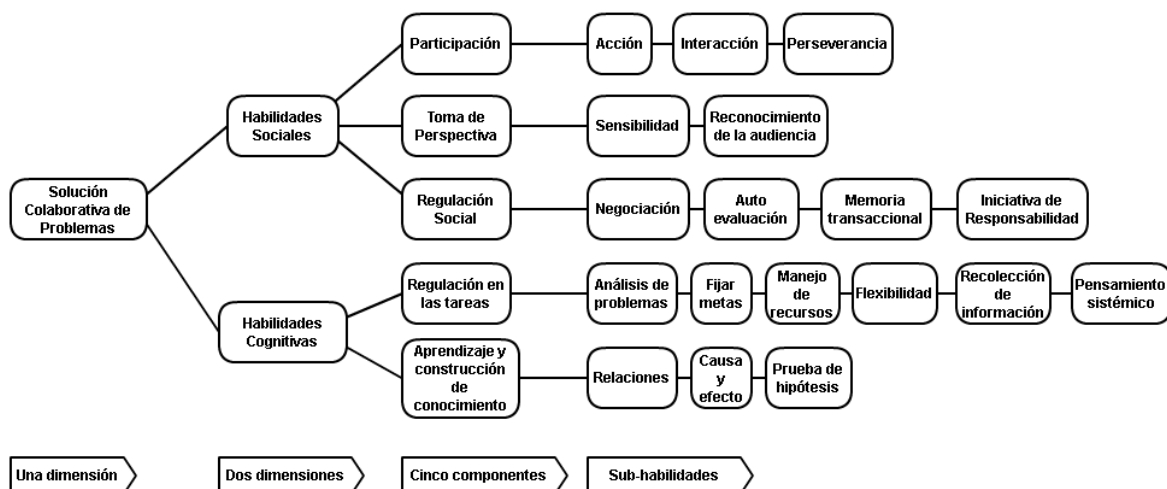


Figura 9. Solución colaborativa de problemas. Adaptado de ATC21S

La OCDE a través del programa PISA, ha evaluado la competencia en SCP, en más de sesenta países en el 2015. La definición de PISA, de la solución colaborativa de problemas es: “La capacidad de un individuo de enfrentar con eficacia un proceso mediante el cual dos o más agentes intentan solucionar un problema compartiendo la comprensión y esfuerzo necesario para llegar a una solución combinando sus conocimientos, habilidades y esfuerzos para alcanzar esa solución” (OECD, 2015).

#### **6.5.7 Definiciones operativas de comunicación, colaboración y solución de problemas / pensamiento crítico.**

El análisis previo de las definiciones existentes de las habilidades para el Siglo XXI, muestra que aunque existen coincidencias entre las diferentes aproximaciones analizadas, además, hay diferencias conceptuales con relación a lo que se busca de cada habilidad. En algunos casos, se busca que el individuo tenga conocimientos específicos, en otros casos, se busca definir los comportamientos que reflejan si se posee o no una habilidad. Esto llevó a que el ATC21S, desarrollara el modelo KSAVE, el cual cuenta con tres categorías para incluir los puntos de vista encontrados (Binkley, Erstad, Herman, Raizen, Ripley, Miller-ricci, et al., 2012).

La categoría conocimientos (Knowledge) se refiere a los saberes específicos de cada habilidad. En habilidades (Skills) se incluyen las habilidades, destrezas y procesos que deben ser desarrollados. Actitudes, valores y ética (Attitudes/Values/Ethics) tiene que ver con las actitudes, comportamientos y aspectos éticos que exhiben los individuos (Binkley, Erstad, Herman, Raizen, Ripley, Miller-ricci, et al., 2012). Con base en este modelo, se han desarrollado definiciones operativas, que muestran los indicadores y actitudes observables que han permitido establecer las progresiones de desarrollo utilizadas para determinar el nivel existente de cada habilidad.

A continuación, se presentan las definiciones operativas de las habilidades que conforman la SCP, incorporando el modelo, KSAVE. Es decir, que se incluyen los conocimientos, destrezas,

actitudes, valores y aspectos éticos que pueden indicar la presencia de una habilidad. La Tabla 2 muestra la definición operativa de comunicación, la Tabla 3 la de colaboración y la Tabla 4 la de solución de problemas / pensamiento crítico (Griffin, Care, et al., 2012). Estas definiciones son la base de las rúbricas de observación utilizadas en la evaluación de la, SCP.

Tabla 2

*Definición operativa comunicación*

Conocimientos	Habilidades	Actitudes/valores/ética
Competencia en la lengua materna	Competencia en la lengua materna y en una segunda lengua	Competencia en el uso de la lengua materna
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocimiento sólido de vocabulario básico, gramática, estilo y funciones del lenguaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad para comunicarse en forma escrita u oral y entender y hacer que otros entiendan diversos mensajes en una variedad de situaciones y para diferentes propósitos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de una actitud positiva hacia la lengua materna reconociéndola como una fuente potencial de enriquecimiento personal y cultural</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocimiento de varios tipos de interacción verbal (conversaciones, entrevistas, debates etc.) y las principales características de los estilos y registros del lenguaje hablado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La comunicación incluye la habilidad de escuchar y entender varios mensajes hablados en una variedad de situaciones comunicativas y hablar concisa y claramente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disposición para acoger las opiniones y argumentos de otros con una mente abierta y entablar un diálogo crítico y constructivo</li> <li>Confianza cuando está hablando en público</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Entendimiento de las principales características del lenguaje escrito (formal, informal, científico, periodístico y coloquial etc.)</li> <li>Competencia en una segunda lengua</li> <li>Conocimiento sólido de vocabulario básico, gramática, estilo y funciones del lenguaje</li> <li>Entendimiento de las</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad de leer y entender diferentes textos, adoptando estrategias apropiadas a varios propósitos de la lectura (leer para obtener información, para estudiar o por placer) y varios tipos de textos</li> <li>Habilidad de escribir diferentes tipos de textos para varios propósitos y monitorear el proceso de escritura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voluntad para lograr calidad estética en la expresión más allá del uso correcto de las palabras o frases</li> <li>Desarrollo de amor hacia la literatura</li> <li>Desarrollo de una actitud positiva hacia la comunicación intercultural</li> </ul>



<p>características paralingüísticas de la comunicación (características de la voz, expresiones faciales, postura y gestos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conocimiento de las convenciones sociales y aspectos culturales y la variabilidad del idioma en diferentes entornos geográficos, sociales y de comunicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad para formular los propios argumentos en forma hablada o escrita de forma convincente y tomar en cuenta otros puntos de vista sin importar si han sido expresados en forma oral o escrita</li> <li>Habilidades para usar ayudas (tales como notas, esquemas, mapas) para producir presentar o entender textos completos en forma oral o escrita (discursos, conversaciones, instrucciones, entrevistas, debates)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Competencia en una segunda lengua</li> <li>Sensibilidad ante las diferencias culturales y resistencia a los estereotipos</li> </ul>
--	---	--

Nota. Adaptado de ATC21S Copyright 2012 por ATC21S. Reimpreso con permiso

Tabla 3

*Definición operativa colaboración*

Conocimientos	Habilidades	Actitudes/Valores/Ética
<p>Interactuar efectivamente con otros</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Saber cuándo es apropiado escuchar y cuando hablar</li> </ul>	<p>Interactuar efectivamente con otros</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hablar con claridad y ser consciente de la audiencia. Escuchar cuidadosamente, con paciencia y honestidad</li> <li>Comportarse de manera respetable y profesional</li> </ul>	<p>Interactuar efectivamente con otros</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Saber cuándo es apropiado escuchar y cuando hablar</li> <li>Comportarse de manera respetable y profesional</li> </ul>
<p>Trabajar de manera efectiva en equipos diversos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reconocer y entender los roles individuales de un equipo exitoso y conocer las propias fortalezas y</li> </ul>	<p>Trabajar de manera efectiva en equipos diversos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nivelar las diferencias sociales y culturales para crear nuevas ideas e incrementar la innovación</li> </ul>	<p>Trabajar de manera efectiva en equipos diversos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mostrar respeto por las diferencias culturales y estar preparado para trabajar efectivamente con gente con</li> </ul>

debilidades así como las de los demás	y la calidad del trabajo	diferentes antecedentes sociales y culturales <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Responder con mente abierta a las diferentes ideas y valores</li> </ul>
Manejar Proyectos <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Saber cómo planear, establecer y cumplir metas y monitorear y replantear en caso de eventos inesperados</li> </ul>	Manejar Proyectos <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Priorizar, planear y manejar el trabajo para lograr el resultado deseado del grupo</li> </ul>	Manejar Proyectos <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perseverar para lograr las metas aún en la presencia de obstáculos y presión</li> </ul>
	Guiar y dirigir a otros <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilizar las habilidades interpersonales y de solución de problemas para influenciar y guiar a otros hacia una meta</li> <li>▪ Nivelar las fortalezas de otros para lograr una meta común</li> <li>▪ Inspirar a otros a que alcancen su máximo por medio del ejemplo y la dedicación</li> <li>▪ Demostrar integridad y comportamiento ético al usar su influencia y poder</li> </ul>	Ser responsable con los demás <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Actuar responsablemente con los intereses del grupo en mente</li> </ul>

Nota. Adaptado de ATC21S Copyright 2012 por ATC21S. Reimpreso con permiso

Tabla 4

*Definición operativa de solución de problemas / pensamiento crítico y toma de decisiones*

Conocimientos	Habilidades	Actitudes/valores/ética
Razona efectivamente, usa pensamiento sistémico y evalúa evidencia	Razona efectivamente <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utiliza el tipo de</li> </ul>	Hace juicios y toma decisiones razonadas

<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender sistemas y estrategias para atacar problemas que no le son familiares</li> <li>Entender la importancia de la evidencia en la formación de creencias. Reevaluar las creencias cuando son enfrentadas con evidencia contradictoria</li> </ul>	<p>razonamiento (inductivo, deductivo) apropiado para la situación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Considera y evalúa los principales puntos de vista alternativos</li> <li>Reflexiona críticamente sobre las experiencias de aprendizaje y los procesos</li> <li>Incorpora estas reflexiones en el proceso de toma de decisiones</li> </ul>
Solucionar problemas	Utiliza el pensamiento sistémico	Solucionar problemas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar vacíos en el conocimiento</li> <li>Realizar preguntas significativas que clarifiquen varios puntos de vista y conduzcan a mejores soluciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza como las partes de un todo interactúan entre sí para producir un resultado en sistemas complejos. Examina las ideas, identifica y analiza argumentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estar abierto a soluciones no familiares, poco convencionales e innovadoras y a formas de solucionar problemas</li> </ul>
Articulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sintetiza y realiza conexiones entre la información y los argumentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar preguntas significativas que clarifiquen varios puntos de vista y conduzcan a mejores soluciones</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Articula claramente los resultados de la investigación realizada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interpreta la información y saca conclusiones basado en el mejor análisis. Categoriza, decodifica y clarifica la información.</li> </ul>	Disposición actitudinal
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectivamente analiza y evalúa evidencias, argumentos, pretensiones y creencias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confiar en la razón</li> <li>Preocuparse por estar bien informado</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza evalúa los principales puntos de vista alternativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abierto y justo</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evalúa pretensiones y argumentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexible y honesto</li> <li>Alerta a las oportunidades para utilizar las TIC</li> <li>Flexible a la hora de considerar opiniones alternativas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infiere. Consulta evidencia,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación honesta de la</li> </ul>

---

realiza conjeturas alternativas y saca conclusiones	polarización propia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Explica. Expone los resultados, justifica los procedimientos y presenta argumentos</li> <li>▪ Se auto regula, auto examina y auto corrige</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Voluntad para revisar sus puntos de vista cuando se le solicita</li> </ul>

---

Nota. Adaptado de ATC21S Copyright 2012 por ATC21S. Reimpreso con permiso

### 6.5.8 Progresiones de Desarrollo

Una progresión de desarrollo incluye las diferentes etapas ascendentes por las que debe pasar un individuo, para adquirir una habilidad o un conocimiento. Existen progresiones de desarrollo famosas como la taxonomía de Bloom (ver Figura 10). Esta taxonomía presenta diferentes etapas de desarrollo cognitivo y cada nivel superior indica una etapa de mayor competencia (Griffin et al., 2013). Igualmente, la SCP, puede ser vista como una progresión de desarrollo con diferentes niveles de desempeño, los cuales se evidencian mediante las actitudes y comportamientos de los estudiantes.

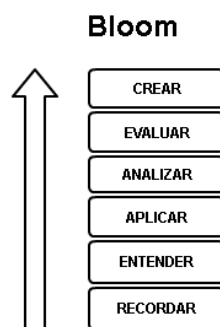


Figura 10. La taxonomía de Bloom. Adaptado de ATC21S

Por ejemplo, la taxonomía de Dreyfus propone un modelo en el cual la adquisición y el desarrollo de una habilidad incluye cinco niveles de proficiencia (ver Figura 11). Sin embargo, en este modelo así como en el de Bloom no se considera el trabajo colaborativo, se asume que el individuo está trabajando solo y por lo tanto podrían no ser adecuadas para evaluar la SCP (Griffin et al., 2013). En esta investigación, se utilizan las rúbricas de observación que contienen las progresiones de desarrollo empíricas propuestas por la Universidad de Melbourne para la evaluación de la SCP.

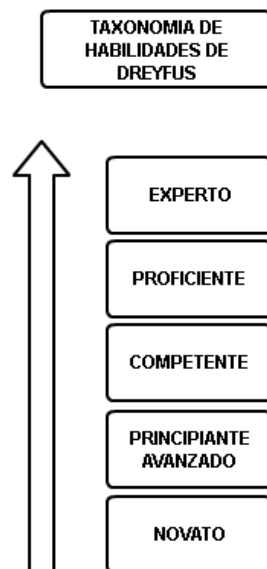


Figura 11. La taxonomía de Dreyfus. Adaptado de ATC21S

Estas rúbricas pueden ser utilizadas bajo la licencia Creative Commons, que se encuentra en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>. La Tabla 5 presenta la rúbrica de observación de habilidades sociales, está compuesta por los hilos participación, toma de perspectiva y regulación social. Cada uno de estos elementos incluye a su vez unas sub-habilidades asociadas con niveles de desempeño bajo, medio y alto. Por ejemplo, la participación

incluye la acción, la interacción y la persistencia para completar las tareas. Además, muestra un indicador que explica el comportamiento que se debe observar.

Tabla 5

## Rúbrica de observación habilidades sociales

Elemento	Indicador	Bajo	Medio	Alto
Participación				
Acción	Actividad dentro del entorno	Realiza muy poca actividad o no hace nada	Realiza actividades si cuenta con ayuda	Realiza actividades así no tenga ayuda
Interacción	Interactúa con los compañeros	Reconoce las comunicaciones de sus compañeros pero no les proporciona información ni recursos	Responde a las interacciones proporcionando información o recursos a sus compañeros	Inicia y promueve la interacción con los compañeros
Perseverancia para completar las tareas	Se hace responsable de la tarea	Comienza la tarea	Intenta solucionar la tarea	Persevera en la tarea tal como lo indican sus múltiples actividades
Toma de perspectiva				
Sensibilidad	Responde a las contribuciones de los compañeros	Ignora las contribuciones de los compañeros	Responde a las contribuciones de los compañeros pero no las tiene en cuenta	Incorpora las contribuciones de los compañeros para sugerir soluciones
Reconocimiento de la audiencia	Adapta sus contribuciones para aumentar el entendimiento de sus compañeros	Hace contribuciones	Modifica sus contribuciones basado en la realimentación de sus compañeros	Ajusta sus contribuciones basado en la interpretación de lo que ellos entienden
Regulación social				

Negociación	Discute con miras a lograr un acuerdo	Alcanza un entendimiento común	Habla sobre las diferencias pero no las soluciona	Logra resolver las diferencias
Auto evaluación	Reconoce sus propias fortalezas y debilidades	Es consciente de su desempeño	Comenta acerca de su desempeño	Evalúa su desempeño
Memoria transaccional	Reconoce las fortalezas y debilidades de sus compañeros	Es consciente del desempeño de sus compañeros	Comenta acerca del desempeño de sus compañeros	Evalúa las fortalezas y debilidades de sus compañeros basado en su desempeño
Responsabilidad	Asume responsabilidad por el progreso de la tarea grupal	Realiza las actividades de forma independiente	Reporta a otros acerca del progreso en las actividades	Asume responsabilidad por el grupo como lo indica el uso de la primera persona del plural

*Nota.* Adaptado de ATC21S Copyright 2012 por ATC21S. Reimpreso con permiso

La Tabla 6, presenta la rúbrica de observación de habilidades cognitivas con sus dos hilos: Regulación de tareas y Aprendizaje y construcción de conocimiento. También, se incluyen las sub-habilidades por elemento. Aprendizaje y construcción de conocimiento está compuesto por las relaciones presentes en los temas tratados, sus reglas de causa y efecto y la prueba de hipótesis. Para cada sub-habilidad se proporciona un indicador que explicita la actitud o comportamiento observable, con tres niveles de desempeño, por ejemplo en relaciones el indicador establece: “Identifica las conexiones y patrones entre unidades de conocimiento”.

Tabla 6

*Rúbrica de observación habilidades cognitivas*

Elemento	Indicador	Bajo	Medio	Alto
Regulación de tareas				
Análisis de problemas	Analiza un problema	Toma un problema en su totalidad	Divide el problema en subtareas	Identifica la secuencia necesaria de subtareas
Fija metas	Fija metas para la tarea	Fija una meta general que es completar la tarea	Fija metas para las subtareas	Fija metas que reconocen las relaciones entre subtareas
Manejo de recursos	Maneja recursos	Usa sus propios recursos	Facilita sus recursos a un compañero	Decide acerca del uso de recursos compartidos para completar la tarea
Flexibilidad	Responde a situaciones ambiguas	No hace nada en situaciones ambiguas	Explora la situación ambigua	Utiliza la información ambigua para tomar decisiones
Recolección de información	Recoge información	Reconoce la necesidad de más información	Averigua y busca información	
Pensamiento sistémico	Implementa posibles soluciones a un problema	Ensayo y error aleatorio	Secuencia estratégica de acciones	Sistemáticamente agota las posibles soluciones
Aprendizaje y construcción de conocimiento				
Relaciones	Identifica las conexiones y patrones entre unidades de conocimiento	Se enfoca en piezas aisladas de información	Enlaza piezas de información	Identifica patrones entre múltiples piezas de información
Causa y efecto (reglas)	Usa su entendimiento de las relaciones de causa y efecto para	Realiza acciones con poco o ningún entendimiento de sus consecuencias	Identifica secuencias de causa y efecto	Planea su estrategia basado en un entendimiento generalizado de las



desarrollar un plan				relaciones de causa y efecto
Prueba de hipótesis	Adapta su razonamiento u curso de acción a medida que la información o las circunstancias cambian	Prueba hipótesis	Modifica hipótesis	Reconstruye y reorganiza el entendimiento del problema

*Nota.* Adaptado de ATC21S Copyright 2012 por ATC21S. Reimpreso con permiso

La Tabla 7, presenta una progresión de desarrollo que incluye tanto las habilidades sociales como las cognitivas con sus respectivos hilos. Contiene seis niveles de desempeño que empiezan el A y terminan en el F. Da indicaciones claras acerca de las actitudes y conductas observables para cada nivel, permite diferenciar los aspectos sociales y cognitivos. Para utilizarla se debe diligenciar una por estudiante y resaltar en ella las observaciones realizadas. Esto permite determinar el nivel actual de cada estudiante y equivale a la ZDP, en lo concerniente a la, SCP.

Tabla 7

*Habilidades sociales y cognitivas presentadas por elemento*

	Sociales		Cognitivas		
Nivel	Participación	Toma de perspectiva	Regulación social	Regulación en las tareas	Aprendizaje y construcción de conocimiento
F		El estudiante puede adaptar la comunicación con sus compañeros basado en su percepción del entendimiento de sus compañeros y son fácilmente entendidos	El estudiante asume responsabilidad grupal por el éxito de la tarea. Puede manejar conflictos con sus compañeros de forma	La aproximación del estudiante a la tarea es sistemática y trabajan de manera muy eficiente, completando exitosamente tareas complejas	El estudiante tiene un buen entendimiento de la tarea desde el principio y puede reorganizar el problema en un intento por encontrar un nuevo

	desde el comienzo de la tarea.	exitosa, resolviendo las diferencias antes de proceder a un posible camino de solución. El estudiante es capaz de evaluar su desempeño promedio en la tarea. También, es capaz de evaluar las fortalezas y debilidades de sus compañeros basados en su desempeño durante la tarea.	en una cantidad óptima de tiempo y de intentos. Trabaja con sus compañeros para identificar los recursos relevantes y descartar aquellos que no lo fueron en intentos previos	camino de solución	
E	El estudiante es capaz de trabajar activamente en tareas que no le son familiares. El estudiante inicia y promueve la interacción con sus compañeros generalmente antes de proporcionar su propia respuesta	El estudiante acusa recibo y responde a las contribuciones de sus compañeros pero no hace cambios al plan original	El estudiante intenta resolver las diferencias de entendimiento con sus compañeros pero no logra resolver las diferencias. El estudiante es capaz de comentar acerca del desempeño de sus compañeros durante la tarea	La participación del estudiante en la tarea parece ser bien pensada y planeada y cada acción parece tener un propósito. El estudiante planea sus metas basado en el conocimiento y la experiencia proveniente de los resultados de la meta previa y la finalización de subtareas. Tiene en cuenta la información que podría ser útil en tareas futuras o para un camino de solución alternativo	El estudiante puede identificar muchas de las consecuencias de sus acciones. El estudiante puede modificar y adaptar sus hipótesis originales a la luz de nueva información, probando hipótesis alternativas y alterando su curso de pensamiento y el de sus compañeros
D	El estudiante persevera en la	El estudiante modifica la	El estudiante comenta o	El estudiante adopta intentos	El estudiante puede identificar

	resolución de la tarea repitiendo intentos y/o aplicando múltiples estrategias	comunicación con sus compañeros para mejorar el entendimiento común y compartir recursos e información	comparte información con su compañero con relación a su propio desempeño mientras intenta solucionar la tarea. El estudiante es consciente del desempeño de sus compañeros en la tarea	secuenciales estratégicos y aumenta la exploración sistemática. Reduce su planteamiento de metas y se enfoca en completar exitosamente una subtarea antes de continuar. El estudiante simplifica el problema, analizándolo por etapas y planea estrategias con sus compañeros	conexiones y patrones entre múltiples piezas de información. El estudiante puede completar exitosamente subtareas y tareas más simples
C	El estudiante realiza esfuerzos hacia la realización del problema. El estudiante discute la tarea con su compañero respondiendo a sus comunicaciones y solicitudes	El estudiante realiza contribuciones que ayudan al entendimiento de sus compañeros	Tienen un entendimiento común con sus compañeros con relación al problema. El estudiante le reporta a su compañero acerca de sus actividades en la tarea	El estudiante se hace consciente de la necesidad de mayor información relacionada con la tarea y comienza a reunir tanta información como le es posible. El estudiante comprende que podrían no tener todos los recursos requeridos y asignan sus propios recursos a sus compañeros	El estudiante empieza a conectar piezas de información
B	El estudiante participa activamente en la tarea cuando le es familiar. La interacción entre	El estudiante abiertamente no responde a sus compañeros, generalmente le toma un largo tiempo responder o no lo	El estudiante trabaja principalmente de forma independiente responsabilizándose por sus	El estudiante limita su análisis del problema a los recursos e información disponibles. Hace un buen uso de sus	El estudiante prueba sus hipótesis basado en la información que tienen y pueden identificar consecuencias básicas de sus

compañeros es más frecuente pero es limitada y únicamente se da cuando es necesario para completar la tarea	hace y tiende a ignorar las contribuciones de sus compañeros	acciones durante la tarea. El estudiante es consciente de su propio nivel de desempeño durante la tarea.	recursos. El estudiante permanece limitado en su planteamiento de metas colocando metas demasiado amplias tales como completar la tarea	acciones
A El estudiante comienza la tarea independientemente enfocándose únicamente en las instrucciones proporcionadas. La interacción con sus compañeros es limitada al comienzo de la tarea y únicamente cuando las instrucciones son claras			El estudiante intenta a través de un proceso aleatorio y tiende a repetir errores previos o hace el mismo ensayo varias veces sin indicaciones claras de estar progresando. Si existen dificultades para entender el problema realiza mínimos esfuerzos para tratar de entenderlo	El estudiante intenta resolver la tarea con la misma aproximación y con poca evidencia que entiende las consecuencias de las acciones realizadas. Se enfoca en cada pieza de información individualmente y únicamente sigue las instrucciones específicas proporcionadas

*Nota.* Adaptado de ATC21S Copyright 2012 por ATC21S. Reimpreso con permiso

El eje disciplinar busca fomentar en los estudiantes las habilidades sociales y cognitivas de la solución colaborativa de problemas. Estas pueden ser enseñadas y aprendidas y son la parte central de este trabajo. El objetivo principal es implementar un ambiente de aprendizaje que reúna las ideas constructivistas, la innovación tecnológica y pedagógica de la robótica educativa y que promueva el desarrollo de estas habilidades fundamentales. El problema se afronta desde

los aspectos: social y cognitivo teniendo en cuenta la integralidad del ser humano y buscando el desarrollo de los estudiantes

## **6.6 Robótica Social**

El término “robot” proviene del término checo “robota” y significa: trabajo forzado. Fue acuñado por el escritor Karl Capek, en su obra de teatro R.U.R (Robots Universales de Rossum), del año 1921 (Ruiz-Velasco, 2007). Por su parte, robótica es definida como: “la ciencia que estudia a los robots” y también tuvo su origen en una obra literaria llamada “Runaround” extraída del libro “Yo, robot” del autor, Isaac Asímov. Como disciplina, la robótica reúne diversos conceptos de campos como las matemáticas, la física, la electrónica, electricidad, informática, mecánica, cinemática etc. (Ollero, 2001).

La robótica social estudia las aplicaciones en las que robots interactúan con seres humanos, con el medio ambiente y con otros robots (Kanda & Ishiguro, 2012). Las aplicaciones de los robots sociales incluyen juguetes, robots capaces de cuidar ancianos y personas discapacitadas, electrodomésticos inteligentes etc. A futuro, se están considerando aplicaciones que incluyen carros autónomos como los desarrollados por Google y la Universidad Libre de Berlín, robots policía que lleven a cabo funciones de vigilancia y desarme de explosivos, robots soldado e inclusive robots para hacer el amor (Royakkers & van Est, 2015).

Aunque las posibilidades de interacción con estos robots son limitadas, su principal atractivo consiste en parecer vivos e interactuar de forma natural con las personas (Breazeal, 2003). Es por esto, que en museos, centros comerciales, tiendas y agencias de viaje se están utilizando robots para guiar tours, brindar información acerca de los productos ofrecidos o proporcionar alternativas de ruta a viajeros, para que puedan llegar a su destino (Kanda & Ishiguro, 2012). Inclusive, la NASA, del Inglés National Aeronautics and Space Administration, desarrolló un robot, para que fuera ayudante de los astronautas.

Su éxito radica en que la raza humana es eminentemente social y se ha demostrado que cuando los seres humanos se relacionan con entidades tecnológicas complejas, que no pueden ser fácilmente comprendidas desde un aspecto técnico, les asignan un modelo social para explicar, entender y predecir su comportamiento (Breazeal, 2003). La inteligencia emocional, de los seres humanos, hace que confíen en los modelos sociales y los utilicen para explicar comportamientos. A los robots que la gente les aplica un modelo social para poder interactuar con ellos y entenderlos se les denomina robots sociales.

Existen cuatro subclases de robots sociales: Los socialmente evocativos, son robots con características antropomórficas, tal como las mascotas robóticas. Los robots de interface social, son diseñados para comunicarse directamente con las personas y realizar gestos, pero su modelo social es simple y solo suministran información. Los robots socialmente receptivos, son diseñados para aprender de los humanos y responder a ciertas claves sociales, tales como la dirección de la mirada o alguna pose corporal. Los robots sociables son criaturas socialmente participativas y tienen sus propias metas internas y motivaciones (Breazeal, 2003).

## **6.7 Robótica Educativa**

La robótica educativa inició en los años sesenta. Seymour Papert y Marvin Minsky cofundaron el laboratorio de inteligencia artificial del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Papert, participó luego en el equipo que creó la primera versión del lenguaje LOGO en 1967 ("Logo History", 2015). LOGO, permitía controlar una tortuga robótica, que podía trazar figuras geométricas en el piso mediante comandos simples enviados desde un computador. Con el tiempo, la tortuga se volvió virtual lo cual daba más precisión a los comandos (Altin & Pedaste, 2013), esto facilitó su uso en distintos centros educativos.

Los niños eran introducidos al aprendizaje de conceptos de programación, con el pretexto de enseñarle palabras nuevas a la tortuga. Finalmente, programar consistía en hablar con la

tortuga en su idioma (Papert, 1980). Además, la actividad era lo suficientemente atractiva para la mayoría de los niños, ya que podían programar la tortuga para que bailara con música creada por ellos en el computador, o si la tortuga era virtual podían crear sus propias figuras en la pantalla del computador (Papert, 1980). El objetivo era que el aprendizaje con la tortuga y LOGO fuera por descubrimiento (Altin & Pedaste, 2013).

La teoría constructivista de acuerdo con Vygotsky, establece que las personas construyen sus estructuras mentales basadas en experiencias obtenidas del mundo real y sus conocimientos previos. El uso educativo de los computadores y la robótica tienen implicaciones en la forma como la gente piensa, aprende y accede al conocimiento. Papert (1980), notó que los computadores juegan un papel importante en la construcción del conocimiento: “como portadores de las semillas culturales que luego crecerán y cuyos productos intelectuales no requerirán soporte tecnológico una vez que germinen” (p. 5).

Así mismo, afirma que los computadores pueden ser elementos que ayuden a masificar las ciencias, derribando las barreras culturales impuestas por la pobreza y el abandono que impiden que los niños se apropien del conocimiento científico. La programación de computadores puede ser vista como un elemento generador de confianza en los niños, ya que les permite dominar un artefacto de última tecnología a la vez que establecen una relación profunda con ideas de ciencias, matemáticas y construcción de modelos mentales (Papert, 1980). Es decir, que la tecnología puede ser un medio de cambio cultural y social.

La robótica educativa está a la vanguardia de las innovaciones en el aprendizaje de las ciencias y promueve la interacción entre computadores y niños. Puede definirse como una disciplina fundamentada en las ideas constructivistas y construccionistas, que utiliza la tecnología para propiciar ambientes de aprendizaje que integran diversas áreas del conocimiento, con el fin de adquirir competencias y habilidades en el uso de la tecnología, así como nociones científicas

(Ruiz-Velasco, 2007). Es decir, su uso permite a los estudiantes apropiarse de conceptos observados directamente mediante la experimentación.

La posibilidad de crear entornos de aprendizaje propicios para la transferencia del conocimiento, es otra de las características importantes del uso de la robótica educativa. Permite explorar y reproducir fenómenos puntuales. Fomenta la interacción alumno-computador-robot-profesor y evita que los estudiantes se apropien de conceptos errados, ya que al ejecutar los comandos, inmediatamente se percibirá si el robot realiza la acción esperada. Adicionalmente, las hipótesis creadas por los estudiantes pueden ser probadas de una forma fácil y replanteadas cuantas veces sea necesario (Ruiz-Velasco, 2007).

### **6.7.1 LEGO**

LEGO, es una empresa de juguetes danesa. Su nombre proviene de la unión de las palabras “leg godt”, las cuales significan: “juega bien”. LEGO, fabricó juguetes de madera hasta 1949 (Mortensen, 2012). En los años 80, el departamento de productos educativos del grupo comenzó el desarrollo de los kits de robótica, teniendo en mente las ideas construccionistas. En 1986, fueron lanzados los primeros kits controlados por computador ("History - Mindstorms LEGO.com", 2013). En 1998, LEGO, presentó el kit Mindstorms, cuyo componente principal era el ladrillo inteligente RCX.

En 2006, se lanzó el kit Mindstorms NXT, conformado por bloques, con los que se construyen estructuras y un ladrillo inteligente que se programaba con el software ROBOLAB (Mortensen, 2012). Desde entonces, los kits LEGO, han sido utilizados en miles de colegios y universidades alrededor del mundo. Su principal propósito ha sido ayudar a los estudiantes a comprender conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (Asher-Shapiro, 2013). En el 2013, fue lanzado el kit EV3, el cual ofrece un entorno de programación gráfico y es la herramienta utilizada en este estudio.



El software EV3, que acompaña a los kits, se puede descargar gratuitamente de la página de LEGO. Presenta una interface de programación gráfica, similar a la del software Scratch del MIT, funciona en las plataformas PC y MAC. También, ha sido desarrollada la aplicación “EV3 Programmer”, que permite programar los ladrillos inteligentes desde tabletas y celulares. En la página de LEGO, se ofrecen video tutoriales para aprender las funciones básicas del software. La programación se lleva a cabo mediante bloques codificados por colores ("Aprende a programar - Mindstorms LEGO.com", s. f.).

Los bloques verdes o de acción controlan las rotaciones de los motores, las imágenes y los sonidos y luces del ladrillo. Los bloques naranjas o de flujo controlan la ejecución del programa. Los bloques amarillos o de sensores habilitan al ladrillo a leer los datos proporcionados por los sensores de color, Infrarrojo y de contacto. Los bloques rojos o de operaciones de datos permiten leer y escribir variables, comparar valores y hacer operaciones. Adicionalmente, existen unos bloques azules o avanzados para administrar archivos, establecer conexiones bluetooth, wifi etc. ("Aprende a programar - Mindstorms LEGO.com", s. f.).

La tecnología se ha hecho presente en muchos de los aspectos de la vida humana. La educación no es ajena a dicho fenómeno y se puede beneficiar de los avances tecnológicos actuales, ya que pueden facilitar la enseñanza de conceptos complejos y en ocasiones abstractos. La robótica educativa despierta la curiosidad, ayuda a que los niños piensen y desarrollen sus habilidades de una manera atractiva y novedosa. Ha probado su efectividad en la enseñanza de, STEM. En este trabajo, se utiliza como tecnología de mediación para el fomento de la, SCP.

## **7. Descripción de la implementación**

### **7.1 Ambiente de Aprendizaje**

El ambiente de aprendizaje se diseña basado en las ideas constructivistas de Vygotsky. Se centra en interpretar y dar solución a un problema débilmente estructurado. Propicia la interacción, para que mediante el diálogo los estudiantes logren acuerdos de grupo y estrategias concertadas. También, incorpora las ideas de Papert, acerca de aprender haciendo y utilizar la tecnología como elemento de construcción. Busca la diversión pero también genera oportunidades para potenciar la comunicación, la colaboración y la solución de problemas / pensamiento crítico componentes de la SCP.

Tiene en cuenta el desarrollo integral del ser humano y apunta a poner en marcha procesos cognitivos planteando situaciones problémicas de solución abierta con un contexto interesante para motivar la participación de los estudiantes. Socio-afectivos, creando oportunidades que favorezcan la interacción y la colaboración de una forma cálida y afectiva. Físico-creativos brindándoles un mecanismo para expresar sus habilidades y destrezas al construir y programar el robot. Este ambiente de aprendizaje se caracteriza por permitir al estudiante ser el protagonista de su proceso de formación y desarrollo.

El ambiente cuenta con siete momentos, que se explican a continuación. Aunque, no tienen que darse exactamente en la secuencia de la Figura 12, es importante que efectúen todos ya que siguen los principios de motivación, necesidades de aprendizaje, desventaja social, aprender a aprender, estrategias de aprendizaje y desarrollo emocional (Charry Álvarez & Galeano Gallego, 2012). La metodología empleada en la implementación se basa en el manual: “Ambientes de aprendizaje / Reorganización curricular por ciclos”, Volumen 4, publicado por la Alcaldía Mayor de Bogotá.



Figura 12. Momentos de un ambiente de aprendizaje. Copyright 2012 por Alcaldía Mayor de Bogotá.

### 7.1.1 Contextualización del aprendizaje y motivación.

Se organizan grupos de 4 personas y se les entrega la ruta de trabajo previamente desarrollada, que contiene la explicación de las actividades a realizar. Se presenta un video motivacional y se les pide a los estudiantes hacer un análisis acerca de la situación mostrada en el video y relacionarlo con su vida. Se solicita que al interior del grupo se asignen los cargos de: supervisor, comunicador, constructor y programador los cuales deben ser intercambiados cada 30 minutos. Los enlaces a los videos motivacionales y las funciones de cada cargo se encuentran en las rutas de trabajo adjuntas en los anexos.

### 7.1.2 Concepciones previas.

Se indaga por experiencias previas en las cuales los estudiantes han evidenciado la necesidad de que alguien les ayude a solucionar un problema y como han logrado esta colaboración. Adicionalmente, se les pide recordar situaciones en las que alguien les pidió que

colaboraran en su casa o en el colegio y cuál fue su actitud. Se hace énfasis en las ventajas de apoyar a otros, ya que esto permitirá ser apoyado cuando se requiere. Esto, con miras a que en el futuro apliquen en sus entornos familiares y laborales las habilidades de SCP que se han venido enseñando.

### **7.1.3 Propósitos de formación.**

Se hace énfasis en la importancia del trabajo colaborativo desde diferentes puntos de vista y se resalta que los intereses de grupo tienen prioridad sobre los personales cuando se hace parte de un equipo. Se pone de manifiesto la necesidad de poderse integrar y trabajar de forma armónica en grupos heterogéneos, poniéndose en el lugar del otro para entender sus reacciones, aprovechar sus aportes y hacer contribuciones pertinentes que ayuden en la consecución de los objetivos planteados. También, comprender que las consecuencias de las decisiones tomadas afectan a todos los integrantes del colectivo.

### **7.1.4 Planteamiento de la estrategia de evaluación.**

La SCP, incorpora habilidades sociales y cognitivas. Las habilidades sociales específicas que se observan son participación, toma de perspectiva y regulación social. Las cognitivas son regulación en las tareas y aprendizaje y construcción de conocimiento. La evaluación se realiza mediante una rúbrica de observación, en la cual se registran las habilidades y sub-habilidades de la SCP, evidenciadas por los comportamientos y actitudes expresados durante la sesión. Se utilizan las rúbricas de observación presentadas en las Tablas 5, 6 y 7. También, se realiza un registro de audio y video.

### **7.1.5 Desarrollo y potenciación de los aprendizajes.**

Dentro del grupo de trabajo se asignan cuatro roles, los cuales deben ser intercambiados cada 30 minutos. El intercambio posibilita que todos los integrantes se familiaricen con las diferentes tareas requeridas dentro del ambiente. Los roles son supervisor, comunicador,

constructor y programador (Wesley De Amorim et al., s. f.). Cada uno cumple funciones que son muy importantes para que el equipo pueda resolver los retos de manera exitosa. A continuación, se explican las funciones y el alcance de cada uno:

- Supervisor: monitorea a los demás miembros del equipo ayudando a organizar la información. Se asegura de que el grupo comprenda el tema. También, administra y organiza el material necesario para el proyecto
- El comunicador: Encargado de documentar la realización de la actividad. Hará registro en fotos o videos del proceso. De ser necesario tomará apuntes.
- El constructor: Será el encargado de dirigir la construcción y ensamble del robot.
- El programador: Será el encargado de recoger la información y las ideas acerca de cómo solucionar el problema propuesto.

Una vez asignados los roles, los grupos realizan el ensamble del robot y la discusión preliminar del problema planteado en la sesión. La comunicación y la interacción con sus compañeros son preponderantes para lograr avances tanto en la construcción del prototipo como en la generación del algoritmo, requerido para resolver el reto planteado. El problema es de solución abierta, es decir que hay varias soluciones posibles, lo cual posibilita interacciones ricas desde lo cognitivo y constructivas desde lo social.

#### **7.1.6 Consolidación y lectura de avance del proceso.**

Una vez finalizada la actividad se realiza un proceso de realimentación, de aclaración de dudas y de consolidación de saberes. En una socialización conjunta, cada grupo explica los pasos tomados para lograr la solución al problema y realizan una demostración ejecutando en el robot el programa final, resultado del proceso de concertación. En la eventualidad, de que algún grupo no consiga el resultado esperado es asesorado para que oriente sus esfuerzos, puedan superar esta

etapa y continuar con su proceso. Los grupos documentan sus soluciones y avances mediante registros fotográficos, de video y anotaciones.

### **7.1.7 Evaluación y proyección de aprendizajes.**

Durante el desarrollo de la actividad se reúnen las evidencias de cada sesión. El proceso es observado y documentado por parte del docente. Los datos recogidos servirán para realizar un análisis detallado del avance de los estudiantes, con relación a los aprendizajes propuestos y permitirán reconocer las diferencias individuales entre miembros de un mismo grupo. Los estudiantes responderán una entrevista en línea (anexo F) sobre su percepción acerca de las actividades. La información obtenida servirá para orientar futuras acciones formativas, que contribuyan al fomento de la SCP.

## **7.2 Objetivos Pedagógicos**

### **7.2.1 Objetivo General**

Fomentar la SCP, en los estudiantes de grado octavo utilizando robótica LEGO.

### **7.2.2 Objetivos específicos**

- Fomentar las habilidades de comunicación, de los estudiantes del grado octavo.
- Fomentar las habilidades de trabajo colaborativo, de los estudiantes del grado octavo.
- Fomentar las habilidades de solución de problemas / pensamiento crítico, de los estudiantes del grado octavo.

## **7.3 Sesiones**

El ambiente de aprendizaje consta de cuatro sesiones (ver Tabla 8). Se realizó una sesión cero, para familiarizar al grupo con los kits EV3, en la que no se incluía un desafío. En ella, los estudiantes aprendieron a armar un robot, que se denominó, Rob-erto. Las demás presentan un

reto débilmente estructurado, en el cual los grupos de estudiantes deben programar a Rob-erto, para que realice ciertas tareas. En el anexo A, se adjunta la guía de trabajo realizada por los estudiantes para armar a, Rob-erto. En esta sesión también se explicó el entorno de programación de LEGO y se realizaron un par de programas de ejemplo para ver su funcionalidad. El anexo H, cuenta con enlaces a fotos y videos. El anexo I, proporciona enlaces a grabaciones de audio de la investigación.

Tabla 8

*Sesiones del ambiente de aprendizaje*

No.	Sesión	Descripción	Robot utilizado	Lugar
0	Familiarización	Los estudiantes aprenden a armar a Rob-erto	Rob-erto	Salón de Mecatrónica ITI Francisco José de Caldas
1	Vuelta a la luna	El robot debe ser programado para que le dé una vuelta a la luna y regrese a la tierra	Rob-erto	Salón de Mecatrónica ITI Francisco José de Caldas
2	Barrer el piso	Rob-erto debe barrer su habitación	Rob-erto	Salón de Mecatrónica ITI Francisco José de Caldas
3	Pelea de Sumo	El robot de pelea Lucha-rob debe participar en un torneo de sumo	Lucha-rob	Salón de Mecatrónica ITI Francisco José de Caldas

*Nota:* Elaboración propia.

**7.3.1 Sesión uno**

Tabla 9

*Primera sesión del ambiente de aprendizaje*

Vuelta a la Luna
------------------

Objetivo general
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fomentar y evaluar la SCP, por medio de actividades de robótica LEGO</li> </ul>
Modelo pedagógico
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Constructivismo social</li> </ul>
Estrategia de integración curricular
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabajo por proyectos</li> </ul>
Tiempo estimado de la actividad
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2 horas</li> </ul>
Materiales
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1 Pliego de cartulina</li> <li>▪ 1 imagen impresa de la tierra</li> <li>▪ 1 imagen impresa de la luna</li> <li>▪ 1 botella de agua</li> <li>▪ 1 kit EV3</li> <li>▪ 1 computador</li> <li>▪ Software LEGO Mindstorms</li> </ul>

*Nota:* Elaboración propia.

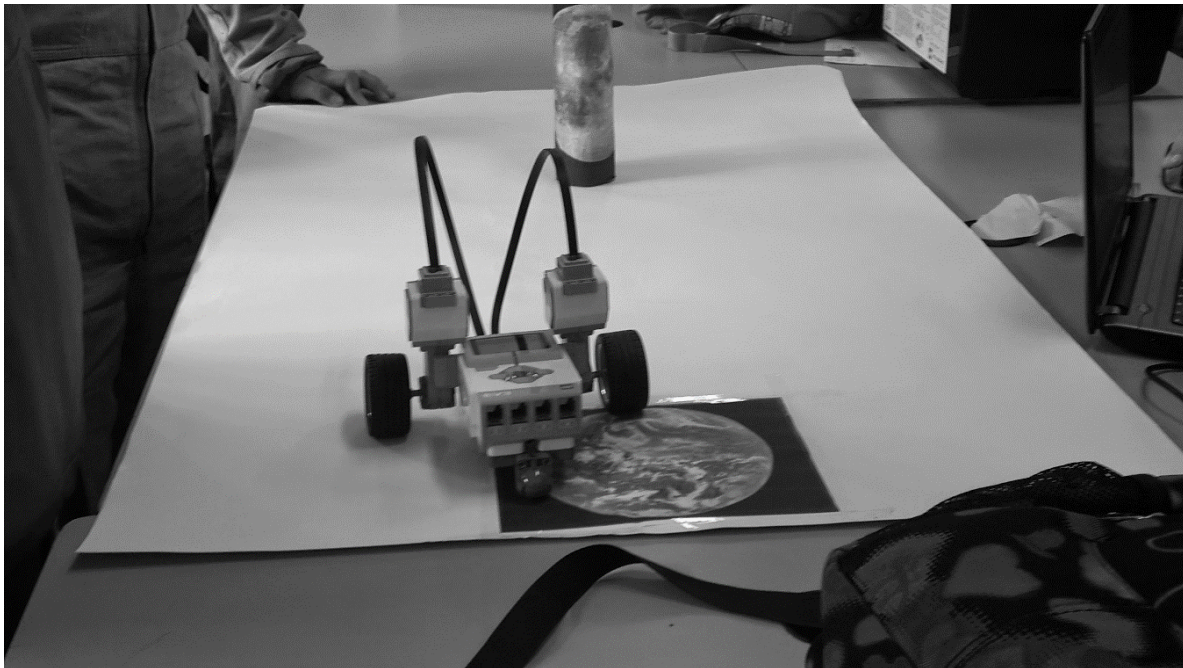
### **7.3.1.1 Desarrollo.**

Esta sesión empieza con la presentación de un video de corta duración, en el que un grupo de pingüinos, hormigas y cangrejos superan dificultades como grupo trabajando de forma colaborativa. El mensaje subyacente en el video tiene que ver con las ventajas de apoyar a los



demás y recibir apoyo cuando se requiere. Los estudiantes discuten acerca de la temática vista y cómo incorporar esas habilidades en sus labores diarias, no sólo en el colegio sino, en sus casas y demás escenarios frecuentados cuando deben trabajar en grupo. También, discuten su percepción del trabajo en grupo y como les ha ido cuando han tenido que hacerlo.

El problema consiste en armar a Rob-erto, y luego programarlo para que le dé la vuelta a la luna. Los estudiantes traen una imagen impresa de la tierra y de la luna, junto con un pliego de cartulina y una botella plástica de agua. La imagen de la tierra se pega en un extremo del pliego de cartulina, mientras que la imagen de la luna se pega alrededor de una botella plástica (Figura 13). Luego, Rob-erto, iniciando su recorrido desde la tierra debe dar vuelta a la luna y volver a la tierra. El programa se realiza con el entorno Mindstorms de LEGO, y se desarrolla en grupos de cuatro estudiantes.



*Figura 13.* Rob-erto y el montaje utilizado para dar la vuelta a la luna. Elaboración propia

**7.3.2 Sesión dos.**

Tabla 10

*Segunda sesión del ambiente de aprendizaje*

Barrer el piso
Objetivo general
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fomentar y evaluar la SCP, por medio de actividades de robótica LEGO</li> </ul>
Modelo pedagógico
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Constructivismo social</li> </ul>
Estrategia de integración curricular
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabajo por proyectos</li> </ul>
Tiempo estimado de la actividad
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2 horas</li> </ul>
Materiales
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1 Pliego de cartulina</li> <li>▪ 1 rollo de cinta aislante</li> <li>▪ 1 kit EV3</li> <li>▪ 1 computador</li> <li>▪ Software LEGO Mindstorms</li> </ul>

*Nota:* Elaboración propia.

### 7.3.2.1 Desarrollo

Para dar inicio a esta sesión se presenta un video motivacional, en el cual el director técnico de la Selección Colombiana de Fútbol, José Néstor Pekerman, exhorta a sus jugadores a ser parte del equipo, señalando que las partes conforman el todo y que cuando se trabaja en equipo hay que estar dispuesto a dejar de lado el ego y aceptar que hay otros puntos de vista y otras maneras de hacer las cosas. Los estudiantes reflexionan acerca de lo expuesto en el video y de cómo utilizarlo en su vida diaria. Se les recuerda que colaboración significa: gente trabajando junta, para lograr una meta común.

El problema de esta sesión consiste en programar a Rob-erto, para que barra el piso de su cuarto. El piso es un pliego de cartulina dividido en 16 baldosas, las cuales deben ser limpiadas por el robot en su recorrido (Ver Figura 14). Hay una baldosa marcada como el punto inicial y el trayecto puede hacerse de cualquier forma siempre y cuando todas las baldosas sean barridas, sin pasar dos veces por la misma baldosa. Los grupos de estudiantes son los mismos de la sesión anterior y el programa se desarrolla en el entorno de programación gráfico Mindstorms de LEGO.

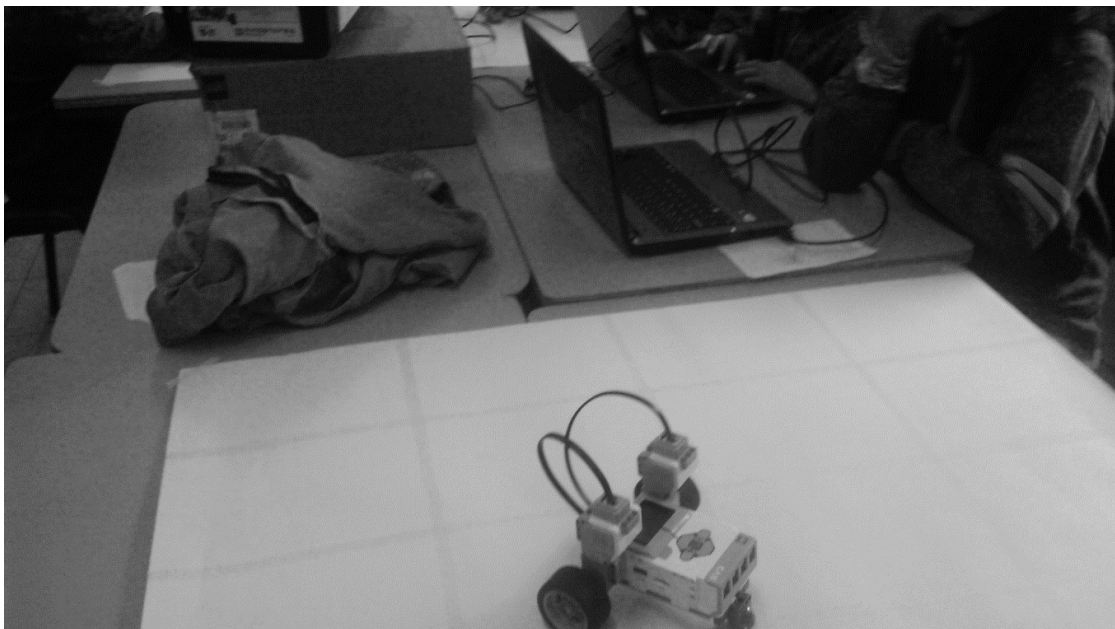


Figura 14. Montaje para realizar el reto dos. Elaboración propia

**7.3.3 Sesión tres.**

Tabla 11

*Tercera sesión del ambiente de aprendizaje*

Pelea de Sumo
Objetivo general
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fomentar y evaluar la SCP, por medio de actividades de robótica LEGO</li> </ul>
Modelo pedagógico
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Constructivismo social</li> </ul>
Estrategia de integración curricular
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabajo por proyectos</li> </ul>
Tiempo estimado de la actividad.
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2 horas</li> </ul>
Materiales.
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1 Pliego de cartulina</li> <li>▪ 1 rollo de cinta aislante</li> <li>▪ 1 kit EV3</li> <li>▪ 1 computador</li> <li>▪ Software LEGO Mindstorms</li> </ul>

*Nota:* Elaboración propia.

### 7.3.3.1 Desarrollo.

Esta sesión inició con un video, tomado de la película Ratatouille, en el cual un grupo de ratones en la cocina de un restaurante trabajan de forma muy coordinada, para atender a los comensales. Allí, se pueden observar varios aspectos de un trabajo en equipo efectivo. Se destacan aspectos tales como el apoyo, la solidaridad, la colaboración, la organización y el liderazgo. Los estudiantes analizan como estos aspectos pueden mejorar el desarrollo de sus labores cotidianas.

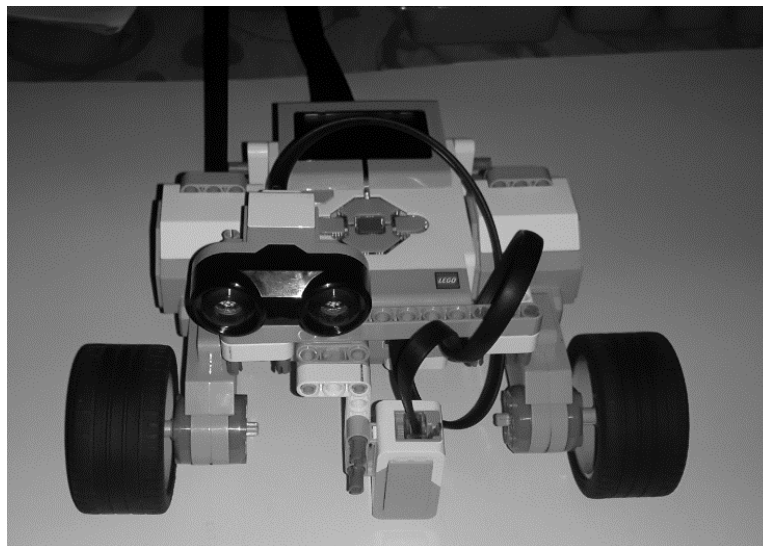


Figura 15. Lucha-rob. Elaboración propia

Para desarrollar la actividad, los estudiantes deben armar un nuevo robot llamado Lucha-rob (ver Figura 15), que debe realizar dos tareas: en la primera hay una piscina donde se encuentran unos juguetes abandonados por unos niños. La misión del robot es sacar todos los juguetes de la piscina. Esta es simulada con un pliego de cartulina, cuyos bordes están cubiertos con cinta negra aislante, los juguetes son simulados por vasos de icopor. La segunda parte, requiere colocar dos robots, dentro del rectángulo de cartulina, que en esta ocasión hace las veces

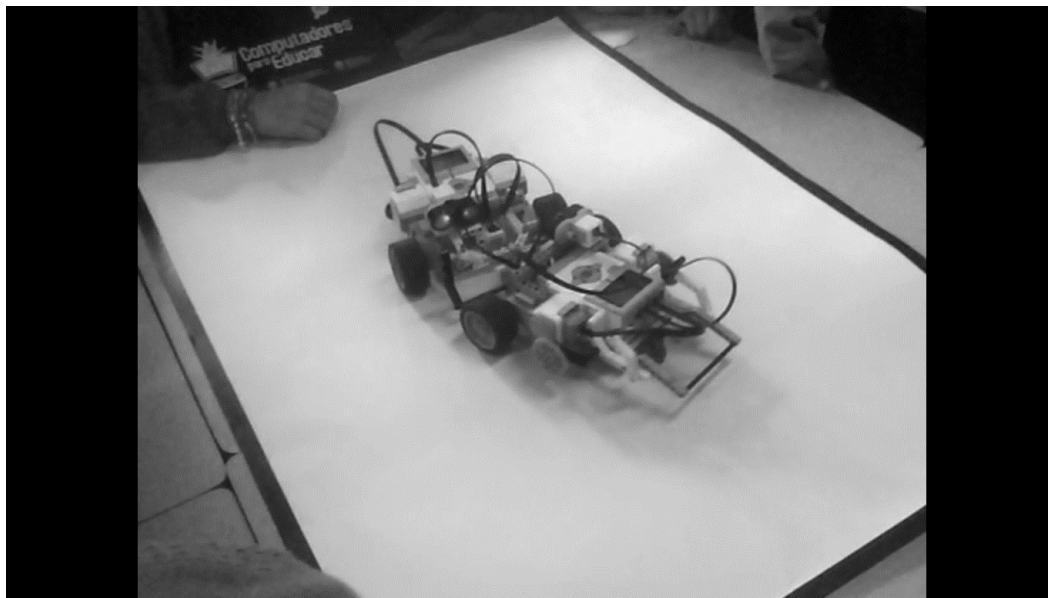
de cuadrilátero. Una vez allí, los dos robots lucharán tratando de sacar al otro, tal como ocurre en las peleas de Sumo (ver Figura 17).



*Figura 16.* Lucha-rob saca los juguetes de la piscina. Elaboración propia

En los anexos A, B, C, D y E se pueden ver las guías desarrolladas para estas sesiones.

Las actividades fueron adaptadas de la página [www.drgraeme.org](http://www.drgraeme.org).



*Figura 17.* Pelea de Sumo. Elaboración propia

#### **7.4 Rol del estudiante**

Este ambiente de aprendizaje ha sido diseñado, para que el estudiante participe de forma activa y crítica, siendo el artífice de la construcción de su conocimiento. Reconociendo que la formación es para la vida, ya que no solo se direcciona lo cognitivo, sino también lo socio-afectivo y lo expresivo, es decir que es integral. Su papel en el aprendizaje requiere de una realimentación frecuente. Debe participar siendo consciente de que no está solo y que la interacción y colaboración con sus compañeros es el camino más rápido, para la solución de las situaciones planteadas (Paez & Muñoz, 2015).

#### **7.5 Rol del docente**

El docente es el encargado de identificar las necesidades de aprendizaje del estudiante y organizar una experiencia que responda a esas necesidades. Debe ser un guía y básicamente un facilitador, en el camino hacia el desarrollo de sus estudiantes (Orellana M, 2002). También, debe reconocer que no tiene todas las respuestas y que en muchos sentidos está al mismo nivel de sus alumnos. Así mismo, debe poder identificar el nivel de desarrollo actual del estudiante, con base en la información obtenida de las evaluaciones y lo observado en el aula, ayudarlo a consolidar sus conocimientos y proyectarlo hacia el siguiente nivel de desempeño.

#### **7.6 Rol de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)**

En este ambiente de aprendizaje, las TIC juegan un papel muy importante de mediación. La robótica, además, de motivar a los estudiantes, les genera una serie de inquietudes que los llevan a interesarse en la tecnología y a aprender con gusto. La construcción de prototipos promueve la construcción de modelos mentales. Adicionalmente, el software de programación de los robots dispara procesos mentales y ayuda a pensar a los estudiantes. Estos procesos son realimentados de forma inmediata al ejecutar el programa en el robot y ayuda a comprender los principios de la programación.

## **8. Aspectos Metodológicos**

### **8.1 Sustento epistemológico**

El enfoque de esta investigación es cualitativo, ya que pretende indagar acerca de un fenómeno, interpretar los hallazgos y sus implicaciones (Schmelkes, 2014). Sus datos son descriptivos y buscan comprender los motivos personales y creencias que influyen en las acciones de las personas. Además, tiene en cuenta el punto de vista y las motivaciones internas de la población estudiada y su contexto social. En la perspectiva cualitativa, es esencial, experimentar la realidad, tal como otros lo hacen, para poder entender de forma profunda sus puntos de vista (Taylor & Bogdan, 1987).

La investigación cualitativa es un método utilizado en las ciencias sociales, cuyo objetivo es explorar las relaciones sociales y describir la realidad tal como la experimentan los individuos (Ruedas, Ríos, & Nieves, 2007). También, es denominada investigación naturalista, fenomenológica o interpretativa (Hernández, 2010). Naturalista, porque la interacción se da de forma natural entre el investigador y los informantes. Interpretativa, porque pretende comprender e interpretar los comportamientos y actos humanos, con el fin de mejorar algún aspecto de la realidad.

Además, es fenomenológica porque busca entender los fenómenos sociales desde la perspectiva del protagonista. Existen dos posturas teóricas en las ciencias sociales: el positivismo, el cual considera los fenómenos sociales como cosas que ejercen influencia sobre las personas y la fenomenología (Taylor & Bogdan, 1987). En esta perspectiva, lo importante es aquello que las personas consideran importante y el investigador cualitativo debe ser completamente imparcial, para evitar filtrar los datos a través de sus creencias personales y tratar de comprender a los individuos dentro de su entorno.



Este enfoque es flexible y permite desarrollar preguntas o hipótesis antes, durante o después del proceso de recolección de datos, su naturaleza cíclica permite moverse entre los hechos y su interpretación de forma recurrente (Hernández, 2010). Aunque, el investigador cualitativo sigue unos lineamientos, no es esclavo de procedimientos o técnicas. Sin embargo, una pieza de investigación cualitativa es un trabajo sistemático, riguroso y muy ajustado a los datos. Permite aprender sobre conceptos como belleza, dolor, fe, amor y sufrimiento (Taylor & Bogdan, 1987).

## **8.2 Diseño de la investigación**

Esta investigación es un estudio de caso, ya que busca realizar un examen intensivo y recopilar toda la información posible sobre la población objeto de estudio. Además, permite desarrollar una visión holística del objeto examinado (Reyes, 1999). Este estudio de caso pretende producir unas conclusiones generales, partiendo de un número limitado de casos. Es descriptivo, ya que busca describir las propiedades y características del fenómeno estudiado. Según el objetivo, esta investigación es aplicada, ya que busca transformar el acto educativo y mejorar la calidad de la educación (Hernández, 2010).

Una de las principales características de la metodología cualitativa, es que los datos que se obtienen como resultado del proceso de investigación son descriptivos. Es decir, que se obtienen y se analizan las interacciones habladas o escritas de las personas y sus conductas observables. Además, el principal objetivo, cuando se utiliza esta metodología, no es encontrar la verdad, sino alcanzar una comprensión profunda de los puntos de vista y las perspectivas de las personas dentro de su marco de referencia. Por lo tanto, se busca un entendimiento holístico de la situación (Taylor & Bogdan, 1987).

### 8.3 Muestra y población

Los estudios cualitativos buscan entender la realidad social, desde el punto de vista del ser humano. La muestra para un estudio cualitativo debe hacerse considerando que lo decisivo no es el tamaño de la misma, sino la riqueza de los datos recogidos, para poder estudiar la pregunta de investigación a fondo. Es decir, que lo importante es la profundidad del objeto de estudio y no la cantidad de unidades de análisis (Martínez-Salgado, 2012) Por consiguiente, involucra a unos cuantos sujetos, porque no necesariamente pretende generalizar los datos del estudio y sólo es válida para la población objeto de estudio.



*Figura 18.* Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas. Elaboración propia

Esta investigación se efectúa en El ITI Francisco José de Caldas (Figura 18). La población corresponde a un grupo de 20 estudiantes del grado octavo, con edades entre 14 y 16 años, pertenecientes a los estratos dos y tres. Todos los participantes son aprendices, de la especialidad de Electricidad y Electrónica. Para el desarrollo de las actividades, se organizan cinco grupos de cuatro estudiantes escogidos de forma aleatoria. De estos grupos, se analiza uno escogido por

conveniencia, el cual conforma la población de estudio. Es decir, que la muestra son cuatro unidades de análisis.

Los criterios de selección del grupo escogidos son los siguientes:

- Estar conformado por estudiantes del ITI Francisco José de Caldas.
- Ser estudiantes de la especialidad de Electricidad y Electrónica
- Estar cursando el grado octavo

Sin embargo, como en toda investigación cualitativa debido a la cantidad de factores cambiantes la muestra puede ser reformulada y el tamaño de la misma no se fija antes de realizar la recolección de datos (Hernández, 2010). Por lo tanto, la muestra planteada inicialmente puede diferir de la final ya que lo que se pretende es lograr una comprensión detallada del entorno y poder realizar una investigación a fondo. Adicionalmente, se recogen datos de varios grupos distintos al que compone la muestra inicialmente, con el fin de poder comparar teniendo varias fuentes de información, que permitan esclarecer de forma convincente el problema inicial.

#### **8.4 Fases de la investigación**

A continuación, se muestran las diferentes fases involucradas en esta investigación. Debe tenerse en cuenta que estos pasos no son necesariamente lineales ni secuenciales, sino que son flexibles y se pueden complementar en cualquier etapa del estudio. Por eso, las flechas son bidireccionales.



Figura 19. Fases de la investigación. Adaptado de Metodología de la Investigación (Sampieri, 2010)

#### 8.4.1. Fase 1, generación de la idea inicial

En esta fase se analizaron los posibles aspectos que podrían ameritar una investigación basado en la problemática y las necesidades de aprendizaje observadas en los estudiantes. Se consideraron diferentes escenarios, para la implementación del ambiente de aprendizaje y finalmente, se decidió investigar a fondo las habilidades para el siglo XXI, las cuales parecían ser una opción válida para afrontar el problema encontrado, que fue el individualismo. Dentro del proceso de refinamiento de la idea, se decidió utilizar la robótica educativa, específicamente los kits LEGO.

### **8.4.2 Planteamiento del problema**

Una vez, se concluye, que el problema en el cual enfocarse es el individualismo, se realiza una primera revisión de literatura, para tener una visión global y fundamentada de las posibles causas y efectos que puede acarrear. Se investigaron causas probables originadas en el contexto escolar y por el entorno familiar. Se encontró que ambos aspectos tienen incidencia en la percepción generada en los jóvenes. Por ejemplo, el colegio típicamente exige la entrega de tareas individuales y castiga la colaboración (copia). A nivel familiar, se entrega el mensaje de buscar el éxito de forma individual y prácticamente a cualquier precio.

### **8.4.3 Diseño del estudio**

Luego de plantear del problema, se procedió a investigar en bases de datos científicas todo lo relacionado con las habilidades para el siglo XXI, robótica educativa y un modelo pedagógico que permitiera integrar la tecnología y fomentar otras habilidades, como las de tipo social. Al tener un mayor grado de entendimiento de estos temas, se hizo claro que la habilidad para el siglo XXI adecuada, para enfrentar el problema de la investigación era la SCP. La parte tecnológica podía ser implementada con los kits LEGO, y el modelo pedagógico podía ser una mezcla entre el constructivismo social y el construccionismo.

### **8.4.4 Definición de la muestra**

Para definir la muestra, se tuvo en cuenta que el diseño metodológico de la implementación a realizar sería un estudio de caso. La población total sobre la que se pretendía realizar el estudio era de 20 estudiantes. Se escoge analizar un número limitado de casos de al menos cuatro estudiantes, es decir, un grupo de trabajo, que permita generar conclusiones a partir de la información recogida (Reyes, 1999). Sin embargo, esto fue solo una aproximación teórica, ya que en las investigaciones cualitativas la muestra no se fija a priori.

### **8.4.5 Implementación**

Para realizar la implementación, se investigó a fondo el tipo de actividades que se podrían proponer. Se llegó a la conclusión, que debían ser actividades débilmente estructuradas y se procedió a planear la mejor forma de implementarlas utilizando los kits de LEGO. Además, se planeó un ambiente, donde predominaran las oportunidades para la interacción y el trabajo colaborativo. Una vez se reunieron todos estos elementos teóricos, se procedió a planificar las rutas de trabajo que guiarían las actividades y a procurar los recursos necesarios para poder llevar a cabo la implementación del ambiente de aprendizaje.

#### **8.4.6 Recolección y análisis de datos**

Se definió que, los datos a recoger correspondían a las interacciones verbales entre los integrantes de los grupos, ya que estas daban cuenta de las habilidades presentes. Esos datos serían codificados en una rúbrica de observación. Así mismo, se realizaron grabaciones de audio (ver Anexo H). Además, se realizaron registros de video, que permitieran construir un diario de observación, de las sesiones realizadas. También, se preparó una encuesta en línea, que debía ser contestada por los estudiantes al finalizar las tres sesiones del ambiente de aprendizaje. El análisis de datos se realizó con el software QDA Miner, tras haber codificado y categorizado la información.

#### **8.4.7 Interpretación de resultados**

El proceso de interpretación de resultados se fue adelantando durante la segmentación y codificación de la información arrojada por los instrumentos de recolección de datos. Se utilizó la técnica de memos, para ir haciendo anotaciones relevantes o sencillamente para tratar de establecer conexiones entre categorías. Adicionalmente, este proceso de interpretación se complementó con el análisis de la red semántica y la frecuencia de codificación de las categorías. Además, se adelantó un proceso de triangulación de datos, que confrontaba la información obtenida con los tres instrumentos.

#### **8.4.8 Reporte de resultados**

La fase final de la investigación consiste en la entrega del reporte final de resultados. La construcción del reporte se ha realizado durante dos años y ha requerido de múltiples asesorías y modificaciones. El estado del documento es sofisticado y reúne las recomendaciones metodológicas y de contenido establecidas por la Universidad de La Sabana. Ha requerido innumerables horas de trabajo, en un esfuerzo constante por generar un producto de calidad no solo en lo metodológico sino en su contenido. Todas las secciones han sido cuidadosamente elaboradas y referenciadas de acuerdo con las normas (APA), del inglés American Psychological Association.

#### **8.5 Técnicas de recolección de datos**

A continuación, se presentan las técnicas de recolección de datos utilizadas en este trabajo. Aunque, se cuenta con tres instrumentos: diario de campo, rúbrica y encuesta. Los dos primeros se aplican utilizando la técnica de la observación, pero la rúbrica analiza las interacciones verbales entre los miembros del equipo. El tercer instrumento se administra a través de un formulario en línea y es una encuesta. Se describen las características más importantes de estas técnicas, así como sus ventajas. Cabe anotar que la encuesta tiene la connotación de técnica y de instrumento, se explican estos dos aspectos de forma detallada.

##### **8.5.1 Observación participante**

Una de las técnicas utilizadas para la recolección de datos, en este trabajo, es la observación. Es una herramienta de suma importancia en cualquier proceso investigativo. Permite la integración del observador con la realidad observada (Kawulich, 2005). Proporciona un medio confiable para analizar costumbres, expresiones no verbales, formas de comunicación, comportamientos de un grupo social etc., Por este motivo, es ampliamente utilizada en estudios

etnográficos. Implica involucrarse en una comunidad a la vez que se observan sus comportamientos, para luego abandonarla y dar una interpretación a los datos obtenidos.

Dentro de las ventajas de utilizar observación participante se tienen:

- Posibilidades de recoger distintos tipos de datos
- Reduce las probabilidades que la población observada actúe de forma extraña por el hecho de estar siendo observados
- Ayuda al investigador a comprender cuales son las prioridades del grupo social observado y su organización
- Permite verificar ideas por medio de observaciones empíricas (McKernan, 1999)
- Permite que las interpretaciones del investigador tengan credibilidad (Kawulich, 2005)

### **8.5.2 Encuesta**

Una encuesta es, en sí misma, una investigación realizada sobre una muestra de una población mayor. Realiza preguntas para obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de aspectos. Tuvieron una gran popularidad y desarrollo en la década de los 30, sus principales aplicaciones han sido el estudio de mercados, para identificar hábitos de consumo y las contiendas electorales, para medir la intención de voto. Es una de las pocas técnicas que permite evaluar actitudes, creencias y motivos. Da estructura, estandariza los datos y es aplicable casi a todo el mundo, excepto niños y personas con desórdenes mentales (Ferrando, 1996).

Esta técnica se utiliza, en este trabajo, por su facilidad de aplicación. Sigue siendo muy empleada por empresas de marketing y entidades investigadoras de fenómenos sociales. Su alcance es descriptivo, cuando se pretende caracterizar una población en función de unas variables. Su utilidad radica en mostrar los diferentes aspectos de un fenómeno, permite crear



categorías o tipologías, confirmar o construir teorías o hipótesis, determinar la validez de un principio y establecer la relación entre diferentes variables en un contexto determinado (Hernández, 2010).

## **8.6 Instrumentos de recolección de datos**

### **8.6.1 Diario de campo**

El diario de campo es un registro realizado con anotaciones descriptivas del contexto en el que se lleva a cabo la intervención pedagógica, en él se registran todos los sucesos observados relevantes para la investigación. Busca reproducir, con la mayor exactitud posible, todos los eventos que ocurren en el aula, registrando todo aquello que podría ser potencialmente importante. Las anotaciones deben incluir, además, de los acontecimientos ocurridos las reflexiones, sentimientos y creencias del investigador. Es decir, que, además, de información objetiva también debería incluir información subjetiva (McKernan, 1999).

### **8.6.2 Encuesta**

La encuesta como instrumento, se refiere al cuestionario aplicado a los participantes. Las preguntas son idénticas para todos los encuestados. Puede contener preguntas abiertas, en las cuales la persona responde libremente con sus palabras y permite detectar el nivel de información del encuestado, así como tratar de conocer su entorno. De otra parte, si las preguntas son cerradas, las respuestas cuentan dos o más opciones. Lo que las hace confiables y permite hacer clasificaciones. y estimaciones que dentro de ciertos parámetros y con unos márgenes de fiabilidad se pueden hacer extensivas a toda la población (Ferrando, 1996).

### **8.6.3 Rúbricas**

Las rúbricas o matrices de evaluación son instrumentos que recopilan los criterios o estándares de un desempeño clasificado por niveles de complejidad creciente (Urbieto, Garayalde, & Losada, 2011). En una rúbrica, se trata de observar las evidencias específicas que

dan cuenta del desempeño del evaluado en una tarea asignada (Arenas Landínez & Gómez Jiménez, 2013). Es útil porque presenta lineamientos claros, que permiten determinar el nivel de desarrollo de una habilidad en el que se encuentra una persona. Adicionalmente, brindan información que permite apoyar el proceso de formación.

Enriquecen las calificaciones tradicionales, ya que permiten observar evidencias no solo cognitivas, sino también socio-afectivas y/o expresivas, lo cual tiene en cuenta la integralidad del ser humano (Arenas Landínez & Gómez Jiménez, 2013). Facilita la calificación de los desempeños y da información acerca de cómo se está llevando a cabo el proceso. Además, promueve expectativas reales de aprendizaje, al dar a conocer los objetivos del proceso de formación. Muestra con claridad las áreas susceptibles de mejora y las fortalezas del estudiante. Reducen la subjetividad en los procesos de evaluación (Capote & Sosa, 2006)

Las rúbricas de observación utilizadas, en este estudio, fueron desarrolladas por la Universidad de Melbourne específicamente, para medir el nivel de SCP. Son progresiones de desarrollo empíricas, resultado del proyecto de investigación ATC21S. Por lo tanto, permiten determinar individualmente el nivel de las habilidades sociales y cognitivas de los integrantes de un grupo. Son presentadas en las Tablas 5, 6 y 7. Pueden ser utilizadas por cualquier persona bajo los términos de la licencia Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0), disponible en:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

### **8.7 Análisis de los datos**

Para analizar los datos previamente recogidos mediante la encuesta y el diario de campo, se ingresan al software, QDA Miner, producido por la empresa, Provalis Research. Se establecen categorías a priori, luego, se realizan procesos de segmentación y codificación. A partir de los datos, se determina si existen categorías emergentes. Se crea la red semántica correspondiente, basado en la frecuencia de aparición de los códigos. Para la triangulación de datos, se recuperan

los segmentos asociados a los códigos del diario de campo, de la encuesta y se comparan con los datos estructurados de las rúbricas de observación.

### **8.8 Consideraciones éticas**

Los estudiantes reciben un consentimiento informado, que debe ser firmado por su acudiente. Allí, se solicita autorización para incluir al estudiante en la investigación y para poder realizar registros de audio, video y fotográficos. Se da a conocer el objetivo del estudio y se garantiza la confidencialidad de los datos recogidos, explicando que serán utilizados únicamente con propósitos académicos. Además, se hace saber que la participación es totalmente voluntaria. En el anexo G se incluye el documento enviado a los padres de familia.

Además, se tienen como principios rectores:

- Evitar inducir respuestas o comportamientos en los participantes
- Ser completamente indiferente ante las experiencias y puntos de vista expresados
- Nunca arriesgar la seguridad de ninguno de los participantes

## 9. Resultados

### 9.1 Categorías a priori

La categorización inicial se realizó teniendo en cuenta las habilidades que componen la SCP y el tipo de tecnología utilizada para mediar el ambiente de aprendizaje. La Tabla 9 muestra las categorías a priori y sus definiciones.

Tabla 12

#### *Categorías a priori y su definición*

Categorías	Definición
Comunicación	<p>Habilidad social necesaria para convertirse en un buen colaborador. Incluye sub-habilidades tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comunicarse en forma oral o escrita</li> <li>▪ Escuchar y entender mensajes</li> <li>▪ Escribir, leer y entender textos</li> <li>▪ Formular sus argumentos en forma oral o escrita</li> </ul> <p>Adicionalmente, tener la actitud de estar abierto a las opiniones y argumentos de otros para entablar diálogos críticos y constructivos (Binkley et al., 2012).</p>
Colaboración	<p>La colaboración es una habilidad social. Incluye las siguientes sub-habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interactuar efectivamente con otros</li> <li>▪ Trabajar efectivamente en equipos diversos</li> <li>▪ Manejar proyectos</li> <li>▪ Guiar y dirigir a otros</li> <li>▪ Ser responsable (Binkley et al., 2012)</li> </ul>
Solución de problemas / pensamiento crítico	<p>Se caracteriza por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Razonamiento efectivo</li> <li>▪ Pensamiento sistémico</li> <li>▪ Evaluación de evidencia</li> <li>▪ Estar abierto a soluciones no familiares, no convencionales e innovadoras</li> <li>▪ Hacer preguntas pertinentes que clarifiquen varios puntos de vista y lleven a mejores soluciones</li> <li>▪ Identificar información faltante (Binkley et al., 2012)</li> </ul>
Robótica educativa	Utilización de robots como mediadores en los procesos

*Nota.* Categorías a priori. Elaboración propia.

---

## **9.2 Procesamiento de los datos**

Los datos que se obtuvieron de la encuesta y del diario de campo fueron introducidos al programa de análisis cualitativo de datos QDA Miner Lite V 1.4.5. Luego, fueron codificados y segmentados de acuerdo con las categorías planteadas. Adicionalmente, a partir de los datos obtenidos se encontraron varias categorías emergentes que son explicadas en el siguiente numeral. Además, a medida que los datos iban siendo codificados, el investigador escribía memos, con ideas acerca de las posibles relaciones entre categorías que se vislumbraban, o acerca de la habilidad o sub-habilidad que estaba siendo demostrada y su nivel probable.

## **9.3 Categorías emergentes**

Dentro de las categorías emergentes surgió la SCP, con una alta codificación. Esto tiene sentido ya que subsume las tres habilidades categorizadas:

- Comunicación
- Colaboración
- Solución de problemas / pensamiento crítico

También, surgieron la programación y el ambiente de aprendizaje con codificaciones significativas. Ver Figura 20.

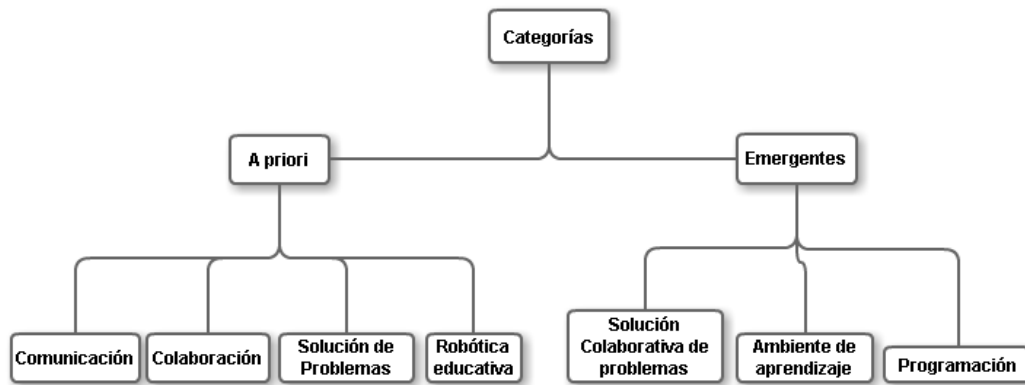
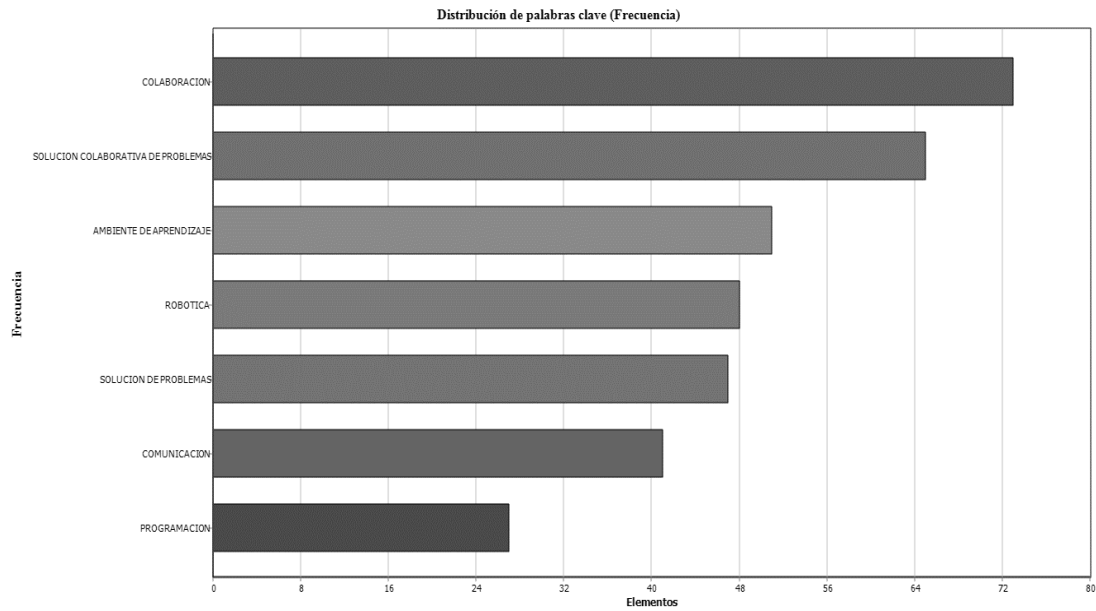


Figura 20. Categorías a priori y emergentes. Elaboración propia

#### 9.4 Red Semántica

En la Figura 21, se muestra la frecuencia de codificación de todas las categorías. La de mayor codificación fue la colaboración. Siguen en importancia la SCP y el ambiente de aprendizaje. Luego, está la robótica educativa, la solución de problemas / pensamiento crítico y la comunicación. También, aparece la programación, la cual fomenta la discusión y la solución de problemas / pensamiento crítico, debido a que la generación de los algoritmos que controlan al robot debe ser concertada entre los integrantes del grupo. Así mismo, una vez observada la ejecución del programa, éste debe ser validado o no por el colectivo.



*Figura 21.* Frecuencia de codificación de las categorías. Elaboración propia

La red semántica de la Figura 22, muestra la más probable relación entre las categorías codificadas. Se observa que la SCP, depende de varios factores, entre ellos un ambiente de aprendizaje mediado por robótica programable LEGO, diseñado para promover habilidades blandas como la comunicación y la colaboración, que además, contribuya al fomento de habilidades cognitivas, como la solución de problemas / pensamiento crítico. Se debe señalar que la relación entre estos elementos tecnológicos y disciplinares, es regulada por un modelo pedagógico, que utiliza la tecnología como medio para lograr los objetivos de aprendizaje.

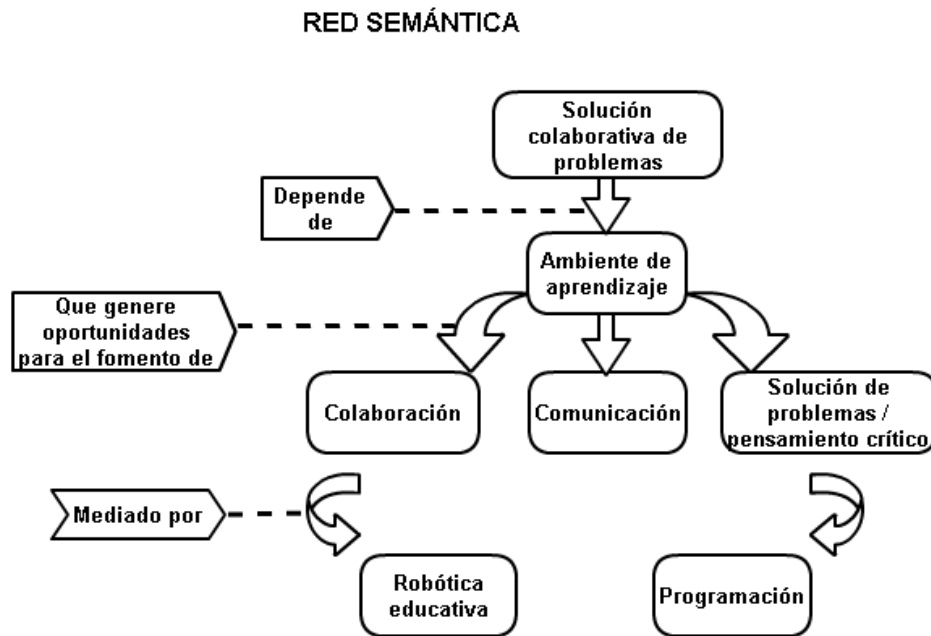


Figura 22. Red Semántica. Elaboración propia

## 9.5 Triangulación

La triangulación de datos se ha utilizado en las ciencias sociales como un método que permite incrementar la confiabilidad de los resultados que se pueden obtener con un solo instrumento (Ruiz, 2005). Por lo tanto, presupone la utilización de diferentes instrumentos de recolección de datos para confrontar las tendencias encontradas. En este trabajo se utiliza la triangulación de datos interactiva, ya que en vez de observar una persona o grupo se observan las interacciones entre los individuos y las relaciones existentes entre los mismos para poder comprender de forma profunda las situaciones y comportamientos.

En total, se aplican tres instrumentos que permiten observar el fenómeno desde diferentes puntos. Para poder efectuar un análisis de datos efectivo, se procede a segmentar y codificar la información obtenida a partir de los instrumentos encuesta y diario de campo. Los datos obtenidos de las rúbricas ya son datos estructurados e indican el nivel de desarrollo actual de la



SCP, en los sujetos observados. En resumen, se observa el trabajo de los estudiantes mediante las rúbricas, se observan las sesiones con un diario de campo y se analiza la percepción y opinión de los estudiantes con una encuesta.

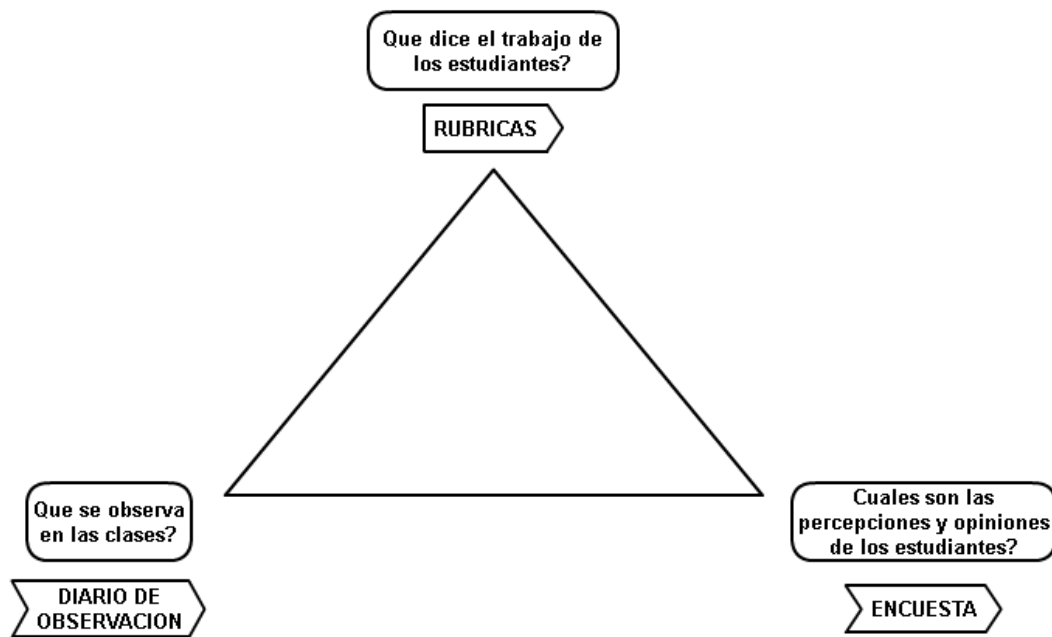


Figura 23. Triangulación e instrumentos de recolección de información. Elaboración propia.

## 9.6 Resultados por categoría

Luego de ingresar la información proveniente de los instrumentos de recolección de datos al QDA Miner, se obtuvo la frecuencia de codificación de cada categoría. Después, se procedió a realizar un análisis con nubes de palabras (wordclouds) de los segmentos recuperados en cada una de las categorías, con el fin de determinar los aspectos más relevantes de cada una, tanto de las categorías “*a priori*” como de las emergentes. Con base en el procesamiento realizado, se presentan los hallazgos para cada una.

### 9.6.1 Solución colaborativa de problemas.

La SCP, incluye las habilidades sociales de participación, toma de perspectiva y regulación social. Además, incluye las habilidades cognitivas de regulación en las tareas y aprendizaje y construcción de conocimiento (Figura 9). Cada uno de estos componentes se divide a su vez en otras sub-habilidades que son observables mediante las interacciones y las conductas presentadas por los individuos. Por ejemplo: la regulación social incluye la capacidad de negociación, auto-evaluación, que tiene que ver con la auto-valoración del propio esfuerzo en una tarea, memoria transaccional, que es como se desempeñan otros y responsabilidad.

La SCP, tiene una codificación alta. Se reconoce entre los estudiantes, la importancia de desarrollar esta habilidad y la perciben como un vehículo de progreso. Cuestionario No. 11, Junio 4, 2015: *“Para mejorar nuestra economía y ser un país unido”*. Cuestionario No. 3, Mayo 26, 2015: *“porque en la sociedad actual para poder llegar a hacer grandes cosas hay que trabajar en equipo”*. También, son conscientes de las ventajas del trabajo colaborativo, tales como mejores soluciones logradas en un menor tiempo: Cuestionario 20, Junio 05, 2015: *“trabajando en equipo se hacen las cosas mejor y más rápido”*.

En esa línea, se observó que el pertenecer a un equipo hace que sean más receptivos a cooperar con sus compañeros y a respaldar sus ideas, es decir que se genera pensamiento grupal: Cuestionario No. 7, Junio 04, 2015: *“Lo más importante que se aprendió fue la colaboración grupal, que si tú tienes un problema entre todos lo solucionamos, así no nos conocamos”*. Cuestionario No. 11, Junio 04, 2015: *“porque cada persona tenía un pensamiento distinto y eso servía a la hora de la elaboración del robot porque cada persona captaba alguna cosa más rápido que la otra”*.

Entienden que en ocasiones es necesario ayudar y en otras recibir ayuda: Cuestionario 8, Junio 04, 2015: *“pues es para muchas funciones como cuando alguien no puede cargar algo solo y le toca pedir ayuda a un amigo de trabajo”*. Cuestionario 8, Junio 04, 2015: *“pues es como vital”*

*en muchos sentidos ya que en grupo puede ser más rápido y fácil”.* Cuestionario 15, Junio 15, 2015: *“Esto nos puede servir para que en un futuro nos comuniquemos y aportemos más ideas, para poder solucionar problemas para poder asociarnos más con los demás para llegar a una conclusión”*

Con relación al nivel de SCP, del grupo de muestra, la evaluación con la rúbrica de la Tabla 7, muestra que en cada sesión aumentó levemente. En la primera sesión, los cuatro estudiantes estuvieron aproximadamente en el nivel C de, SCP. Para la sesión dos los indicadores estuvieron más cercanos al nivel D. Y en la sesión final, se alcanzaron indicadores por encima del nivel D. Adicionalmente, las habilidades sociales de participación, toma de perspectiva y regulación social tuvieron aproximadamente el mismo nivel que sus contrapartes cognitivas regulación en las tareas y aprendizaje y construcción de conocimiento.

Sin embargo, las diferencias individuales si fueron bastante notorias. El estudiante 5A, mantuvo su nivel de SCP constante un poco por encima del nivel D en lo social y en lo cognitivo. 5B, por su parte mantuvo su nivel de habilidades sociales en C y su nivel cognitivo por debajo de C. El estudiante 5C, empezó en B y al finalizar la tercera sesión sus indicadores estuvieron por encima de C en lo social y en lo cognitivo. El estudiante 5D, empezó con sus habilidades sociales y cognitivas en D y al finalizar la tercera sesión prácticamente todos sus indicadores estuvieron en E.

Por lo tanto, se puede concluir que los jóvenes perciben la SCP, como un vehículo de progreso que permite lograr mejores soluciones en menor tiempo. Permite que se generen vínculos grupales a nivel de ideas y de cooperación. Adicionalmente, hace énfasis en la importancia de ayudar y recibir ayuda. También, las mediciones de la SCP, muestran que el nivel de dicha habilidad se venía incrementando levemente en el grupo que fue medido. Se debe

resaltar que, aunque, el nivel de SCP, aumentó en todos los estudiantes a los que se les hizo seguimiento, individualmente existen diferencias en el nivel de esta habilidad mostrado.

### **9.6.2 Colaboración.**

La colaboración es una de las habilidades sociales de la SCP. Incluye sub-habilidades tales como: la interacción efectiva, trabajar de forma armoniosa en equipos diversos, la responsabilidad y la perseverancia para culminar las tareas. Es uno de los aspectos más importantes de la SCP, ya que influye en el desempeño en las tareas y el logro de las mismas. Va de la mano con la comunicación y prácticamente no se podría lograr sin esta última. De no estar presente la solución de una labor podría no concretarse debidamente.

La colaboración es una habilidad altamente valorada: Cuestionario 7, Junio 04/2015: *“La colaboración era lo esencial puesto que si no se colaboraba no se llegaría a una conclusión o a un término que para todos fuera de gusto”*. Cuestionario 1, Mayo 25/2015: *“La colaboración fue algo esencial, ya que no todos sabían bien del tema, o de cómo solucionar los llamados “problemas” entonces todos aportaban ideas y se concretaba el trabajo a realizar”*. Cuestionario 15, Junio 1/2015: *“Era importante la colaboración en el trabajo de equipo para recopilar ideas y poder solucionar todos los problemas en el momento”*

Algunos estudiantes consideran que mejoraron sus habilidades para el trabajo en grupo: Cuestionario 1, Junio 04/2015: *“El trabajo en equipo: siento que aprendí a trabajar más como grupo, entendiendo que no siempre me tocara con personas de mi preferencia u elección”*. Además, otros colaboran inclusive con personas ajenas a su grupo: Diario de campo, Abril 20, 2015: *“Algunos grupos no habían comprado la cartulina y la estudiante 5A, reunió el dinero de los grupos que necesitaban, y salió a comprarla a la papelería que queda junto al colegio. Lo cual es una muestra de colaboración con su grupo y con los demás”*.

Se genera sentido de pertenencia con el grupo: Diario de campo, Mayo 19, 2015: *“la mayoría de estudiantes se preocupa por ayudar a sus grupos y da la impresión de que hay un vínculo grupal fuerte, el cual podría deberse a que es la tercera sesión que llevan trabajando juntos o a que están empezando a comprender la importancia del trabajo en equipo y que los intereses del grupo tienen prioridad sobre los personales”*. Diario de campo, Abril 20, 2015: *“El estudiante 2D, se ve muy interesado en los resultados del algoritmo en el que están trabajando y levanta los brazos en señal de victoria ante un intento muy cercano de darle la vuelta a la luna”*.

Sin embargo, no en todos los grupos se dio una colaboración fluida por parte de sus miembros. Diario de campo Mayo 11, 2015: *“Por momentos, 2A se pone audífonos y escucha música, mientras que 2B no hacía nada”*. Diario de campo, Abril 20, 2015: *aunque algunos juegan en sus celulares o están distraídos*. Algunos pretendían realizar otras actividades: Diario de campo, Mayo 19, 2015: *“Durante la construcción del robot 1C, intenta conectarse a Facebook”*. Además, no siempre se recibe siempre la ayuda requerida: Diario de campo, Mayo 19, 2015: *“5D, pide prestada cinta aislante pero nadie le presta”*.

Todo esto indica que se valora a la persona que es capaz de colaborar aportando sus recursos y habilidades en un equipo. Otros modificaron su percepción acerca del trabajo en equipo reconociendo que no siempre se puede trabajar con personas de su elección, pero que esto no debe ser un obstáculo. Además, colaborar es una opción personal que los demás respetan y ayuda a generar vínculos de pertenencia a un grupo. Sin embargo, existen deficiencias en las sub-habilidades acción y persistencia para completar las tareas del hilo participación, como es indicado por algunas de las actitudes observadas.

### **9.6.3 Ambiente de aprendizaje.**

Esta categoría reúne los aspectos relacionados con el desarrollo de las sesiones y las actividades realizadas por los estudiantes. Las sesiones se llevaron a cabo utilizando los kits EV-3

de LEGO y poniendo en práctica las ideas constructivistas de Vygotsky, y construccionistas de Seymour Papert. Cada sesión requería solucionar un problema débilmente estructurado, en grupos de cuatro estudiantes, el cual se resolvía mediante el desarrollo de un algoritmo de programación.

Algunos opinaron que no eran las actividades típicas del taller. Cuestionario 7, Junio 04/2015: *“Fue una actividad diferente a las convencionales, por lo cual fue agradable, nos enseñó a ser mucho más colaborativos refiriéndonos a que todos intentamos trabajar por igual y entendernos y nos enseñó bases para programar robots en el futuro”*. Cuestionario 1, Junio 04/2015: *“El aprendizaje, y la experiencia, fueron muy divertidas y diferentes a las clases normales de electricidad y electrónica”*

Los kits LEGO se llevaron la atención: Cuestionario 11, Junio 04/2015: *“¿Que consideras que es lo más importante que aprendiste en las sesiones? pues lograr aprender a manipular la fichas LEGO y la programación del robot”*. Cuestionario 17, Junio 04/2015: *“¿Cuáles fueron las cosas que más disfrutaste de las sesiones? manejar los robot LEGO”*. Cuestionario 18, Junio 04/2015: *“que aprendemos de la mecánica de LEGO y es muy divertido”*. Cuestionario 3, Junio 04/2015: *“aprendí a usar los elementos de LEGO y a programar”*. Cuestionario 6, Junio 04/2015: *“aprendimos a como armar y programar un robot de fichas LEGO”*

El ambiente de aprendizaje generó alta motivación y permitió que se completaran las actividades propuestas: Diario de campo, Abril 20, 2015: *“Los estudiantes se muestran atentos y muy entretenidos con el desarrollo de la actividad”*. Diario de campo, Mayo 19, 2015: *“Todos los grupos se muestran muy emocionados con las competencias sin importar si ganan o pierden.”*. Diario de campo, Mayo 11, 2015: *“La actividad se llevó a cabo de forma rigurosa”*. Diario de campo, Mayo 19, 2015: *“El desarrollo de las actividades del ambiente de aprendizaje se efectuó de la forma planeada.”*

Con relación al ambiente de aprendizaje, se puede decir que los estudiantes encontraron estas actividades diferentes a lo habitual y divertidas. También, el papel de los kits LEGO fue fundamental para el desarrollo del ambiente, ya que lo encontraron muy atractivo y aprender acerca del manejo de los kits fue de su total agrado. Además, la motivación generada por estas actividades permitía que la sub-habilidad de persistencia en la finalización de las tareas fuera fortalecida. Una vez que los estudiantes se sumergían en el desarrollo del problema tenían que terminarlo.

#### **9.6.4 Robótica.**

Esta categoría se relaciona con la utilización de los robots en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los kits de LEGO, son conocidos en todo el mundo y han ayudado en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático de los estudiantes. Adicionalmente, en esta investigación se pretende analizar el impacto de la robótica en la enseñanza de habilidades blandas, como la colaboración y la comunicación, a la vez que se potencian los procesos cognitivos de solución de problemas / pensamiento crítico.

Algunos estudiantes encuentran muy interesante la robótica, le atribuyen gran parte de los adelantos actuales y futuros: Cuestionario 11, Junio 04/2015: *“porque con la robótica se pueden crear nuevos dispositivos que le sirven a la humanidad”*. Cuestionario 12, Junio 05/2015: *“Sirve para hacer cosas más fáciles o más prácticas de la vida cotidiana, dependiendo la situación o el proyecto”*. Cuestionario 3, Junio 4/2015: *“para poder crear máquinas que nos ayuden a evitar hacer cosas incómodas y avanzar a una nueva era”*. Cuestionario 5, Junio 4/2015: *“hasta las personas que pierden miembros de su cuerpo estarán hechos a base de la robótica.”*

También, consideran que es útil en el aprendizaje y les produce gran motivación: Cuestionario 1, Junio 4/2015: *“sirve para enseñar y aprender temas muy diferentes a los normales”*. Cuestionario 12, Junio 05/2015: *“Que es muy útil para aprender de algo que se*

*puede usar en un futuro*”. Cuestionario 4, Junio 4/2015: *“Me Parece una forma diferente de aprender la cual es muy interesante me llama la atención*”. Cuestionario 5, Junio 4/2015: *“que es muy chévere y sirve para aprender a crear y a saber sobre cómo es el funcionamiento de la parte de los robots”*

Adicionalmente, asocian la robótica con alta tecnología y con un buen trabajo:

Cuestionario 5, Junio 4/2015: *“La robótica es una manera recientemente inventada de programar o diseñar robots con los cuales se pueda hacer cualquier tipo de movimiento, acción o ejecución. Es importante puesto que es lo que se está poniendo de moda. Es uno de los trabajos que más dinero da en el mundo*”. Cuestionario 10, Junio 6/2015: *“la tecnología avanza día a día y veremos más adelante cosas más sofisticadas gracias a esta ciencia”*. Cuestionario 4, Junio 4/2015: *“depende mucho “de la tecnología” lo cual es como una forma de evolucionar”*

Se puede concluir que los estudiantes asocian la robótica con adelantos tecnológicos que faciliten la vida del hombre. Como tecnología de mediación en los procesos de enseñanza – aprendizaje, la consideran muy interesante y diferente. Adicionalmente, aprender sobre el funcionamiento de los robots es muy atractivo para ellos. También, consideran que es una forma de avance de la tecnología. Algunos creen que, en el futuro será una fuente empleo con altos ingresos.

#### **9.6.5 Solución de problemas / pensamiento crítico.**

Esta categoría comprende las habilidades cognitivas de la SCP. Está compuesta por los hilos regulación de tareas y aprendizaje y construcción de conocimiento. Requiere de sub-habilidades tales como: pensamiento sistémico, identificación de patrones, recolección de información, Análisis del problema, fijación de metas, manejo de los recursos disponibles, flexibilidad al tratar con situaciones ambiguas, entendimiento de las relaciones de causa y efecto y prueba de las hipótesis planteadas con miras a solucionar un problema.



Pueden identificar si falta información.: Cuestionario 18, Junio 05/2015 *“cuando uno piensa en resolver partes que no entendemos nos ponemos a investigar”*. En la solución de problemas es importante estar abierto a posibilidades que no sean familiares: Cuestionario 11 Mayo 30/2015 *“porque toca hallar una solución en poco tiempo y todos daban una idea y la que mejor sonara la poníamos en práctica”*. Cuestionario 19, Junio 5/2015: *“antes de ejecutar una acción se deben analizar varias opciones que se presenten”*.

Se reconoce la relación entre las partes de un todo (pensamiento sistémico): Cuestionario 19 Junio 05/2015: *“creo que esta actividad se dividió en varias tareas y todas debían ser solucionadas y clasificadas, pero a la vez relacionadas para así entre ellas llegar a una solución”*. Sin embargo, no en todos los casos funcionó de la misma forma: Diario de campo, Mayo 11, 2015: *“La primera aproximación a los algoritmos es ensayo y error. Lo cual muestra un nivel bajo en regulación de tareas específicamente en pensamiento sistémico”*.

Algunos estudiantes, comprenden que hay varios procesos mentales que se deben llevar a cabo para solucionar un problema: Cuestionario 3, Mayo 26/2015: *“Para poder hacer el robot se necesitaba analizar, entender y organizar los conocimientos”*. Cuestionario 3, Mayo 25/2015: *“El análisis: aprendí a analizar mejor casos, o problemas, y sobre todo a buscar soluciones rápidas y sencillas”*. Cuestionario 1, Junio 4/2015: *“existe un problema que debe solucionarse pronto, entonces todos los integrantes deben dar pronto ideas, gracias a esta presión, el individuo actúa de una mejor forma frente a la situación.”*

Con relación a la parte cognitiva, es muy amplia la respuesta obtenida y se destacaron aspectos como la habilidad para detectar piezas faltantes de información y estar abiertos a posibilidades diferentes de solución a las normales, es decir que hay pensamiento divergente. Con relación al pensamiento sistémico, reconocer las partes de un todo y sus relaciones, el nivel general fue relativamente bajo y la principal estrategia de acción fue el ensayo y error. Además,

son conscientes de que los procesos de solución de problemas son complejos y requieren de la ejecución de varios procesos mentales.

#### **9.6.6 Comunicación.**

La comunicación es una habilidad social y tiene que ver con los hilos de participación, toma de perspectiva y regulación social. Incluye sub-habilidades tales como interacción, sensibilidad, reconocimiento de la audiencia, negociación, autoevaluación, memoria transaccional e iniciativa de responsabilidad. El elemento que media la comunicación es el lenguaje y la comunicación es el camino que permite avanzar en la búsqueda de soluciones concertadas entre todos los integrantes del equipo.

Reconocen la comunicación como herramienta para lograr acuerdos: Cuestionario 7, Junio 04, 2015: *“La comunicación también era muy importante en estas sesiones ya que si no nos comunicábamos no íbamos a coordinar las acciones y podríamos causar desastres con los kits o en las relaciones personales con los demás integrantes del grupo”*. La comunicación ayuda a reducir el número de errores que se cometerían individualmente: Cuestionario 19, Junio 05, 2015: *“porque si no hay comunicación muchas ideas que no tendrían buen resultado serían ejecutadas individualmente”*.

La comunicación ayuda a determinar el rumbo de las acciones del grupo y posibilita la colaboración: Diario de campo, Mayo 11, 2015: *“Los estudiantes discuten en grupo acerca de la temática vista y de cómo pueden incorporar esas habilidades en sus labores diarias no sólo en el colegio sino en sus casas y demás escenarios frecuentados. Se observa mucha interacción entre los grupos”*. Cuestionario 4, Junio 4, 2015: *“porque así todos podíamos tener una idea de lo que estábamos haciendo, y así podíamos aportar también lo que sabíamos y aprender todos un poco del otro”*

Con relación a la comunicación, se puede concluir que los jóvenes entienden el alcance que tiene y comprenden que es una estrategia para lograr acuerdos, además, ayuda a reducir el número de errores que se cometerían trabajando individualmente. También, ayuda a determinar el grupo de las acciones grupales y es un paso necesario para la colaboración. Es el puente que permite reunir las ideas y las acciones de un grupo con el fin de conseguir un objetivo común que los beneficie a todos.

### **9.6.7 Programación.**

La programación es un aspecto que promueve la socialización entre todos los miembros del equipo, debido a que se debe acordar un plan para intentar dar solución a la actividad propuesta. La concertación de posibles algoritmos que cumplan con los requerimientos dados es una labor que demanda de los participantes poner a disposición del grupo todos los recursos de que dispongan, bien sean información, conocimientos o destrezas. Por lo tanto, existe la percepción de que la programación es importante e interesante aun cuando no sean expertos. En esencia, la consideran como una interface con la tecnología actual.

La programación es divertida: Cuestionario 11, Junio 4, 2015: *“Fue chévere manejar el programa de programación del robot”*. Permite tener el control: Cuestionario 18, Junio 5, 2015: *“programarlos para que hagan lo que uno les dice”*. Dan realimentación instantánea acerca de lo que se está haciendo: Cuestionario 4, Junio 4, 2015: *“porque con los programas podemos ver si sí estamos haciendo bien o no”*. Todos quieren programar: Diario de campo, Abril 20, 2015: *“algunos querían estar todo el tiempo en el computador ejerciendo el rol de programador y no querían cambiarse. Programador es el rol más solicitado”*.

La programación es divertida cuando se aprende, como en este caso, controlando un robot. Es fácil detectar un error ya que tan pronto los integrantes del grupo se ponen de acuerdo en un algoritmo, inmediatamente pueden probarlo para saber si lo que ellos pensaban corresponde con

la realidad. Es un factor de motivación cuando las cosas funcionan bien y es un factor de aprendizaje cuando se comenten errores, ya que inmediatamente se puede intentar corregir lo que está mal y los estudiantes no se reafirman en conceptos errados.

## 10. Aprendizajes

El desarrollo de esta maestría fue para mí, un período de grandes aprendizajes que me llevaron a ir más allá de mis límites en lo personal y en lo profesional. La investigación es un campo muy amplio que permite buscar soluciones que pueden mejorar aspectos del proceso educativo de forma estructurada y efectiva. Sin embargo, la aplicación de las teorías depende en gran medida del contexto donde se desarrolle la intervención y los resultados no siempre coinciden con las predicciones teóricas. Para no ser disonante con el resto del documento, explicaré mis principales aprendizajes en los ejes tecnológico, pedagógico y disciplinar.

En el aspecto tecnológico, aprendí que una buena tecnología de mediación puede ayudar a superar los problemas típicos de atención y desmotivación presentes en el aula. Adicionalmente, permite mostrar de forma innovadora aspectos que de otra forma podrían ser confusos y difíciles de explicar. Así mismo, facilita el planteamiento de problemas de solución abierta, con los cuales los estudiantes se pueden identificar. Esto es clave para el desarrollo del pensamiento divergente, ya que las discusiones pueden tomar múltiples rumbos y potenciar la habilidad para solucionar problemas y construir conocimiento.

En lo pedagógico, aprendí que tecnologías como la robótica o las TIC, permiten implementar ambientes de aprendizaje con objetivos no solo en lo cognitivo, sino también en lo socio-afectivo y en lo físico-expresivo, generando así experiencias que apunten a la integralidad del ser humano y no solo le suministren información. Sin embargo, el uso de la tecnología en el aula debe formar parte de una estrategia equilibrada, donde el principal objetivo sea solventar las necesidades educativas de la población atendida, de lo contrario se puede caer en un ambiente tecno-céntrico sin una intención pedagógica clara.

En la parte disciplinar, aprendí que actualmente pueden ser más valiosas las habilidades que los conocimientos en sí mismos, ya que si se dispone del conjunto de habilidades requeridas,

siempre se podrá acceder a los conocimientos. De igual forma, aspectos como la comunicación y la colaboración son fundamentales para llevar a buen término cualquier situación que se pueda presentar y cuando existe comunicación, la colaboración es generalmente lograda. Esto se traduce en beneficios para todas las partes involucradas. Además, lleva a que los aprendizajes se realicen con agrado y motivación.

## 11. Conclusiones

El objetivo de este trabajo es comprender como un ambiente de aprendizaje mediado por robótica LEGO puede fomentar el desarrollo de la SCP. Para lograrlo, se diseñó un ambiente de aprendizaje cuyos recursos tecnológicos, pedagógicos y de contenido fueron equilibrados de acuerdo al modelo, TPACK. Es decir, se tuvo cuidado de no plantear simplemente actividades alrededor de un dispositivo tecnológico. Se planificó el ambiente priorizando los objetivos pedagógicos y con actividades atractivas que fueran el hilo conductor del ambiente.

En el aspecto tecnológico, se utilizó la robótica como elemento mediador de los procesos sociales y cognitivos. En lo pedagógico, se utilizó la tecnología como herramienta de construcción y se generaron oportunidades para la interacción con los pares y con el entorno. Con relación al contenido, se propusieron actividades que direccionaran los componentes de la SCP: comunicación, colaboración y solución de problemas / pensamiento crítico de tal forma que se tuviera un ambiente integral, no enfocado solo en lo cognitivo, donde el estudiante fuera el protagonista del proceso.

Es decir, se implementó una dimensión real, una virtual y un proceso colaborativo. El modelo pedagógico, que se utilizó, incorpora las ideas del constructivismo social de, Vygotsky, en lo relativo a la interacción con el medio ambiente y con los pares. También, tiene en cuenta los aportes construccionistas de Papert, quien sugiere la utilización de la tecnología como medio de construcción físico y mental. Se plantearon tres sesiones de actividades colaborativas, de robótica educativa, con problemas de solución abierta o débilmente estructurados. Se documentó todo el proceso y se encontró lo siguiente:

El aspecto social de la SCP, incluye las habilidades de comunicación y colaboración. La comunicación fue percibida como una herramienta para lograr acuerdos de grupo y para promover las relaciones interpersonales. Además, se encontró que ayuda a reducir el número de

errores que se cometerían si el trabajo fuera desarrollado de manera individual. Así mismo, ayuda a direccionar las acciones grupales y es un preámbulo a la colaboración. Igualmente, los logros del grupo se sienten propios y se considera que se pueden lograr mejores soluciones en un menor tiempo, lo cual coincide con lo reportado por (Karahoca et al., 2011)

De otra parte, la colaboración es una habilidad altamente valorada y sin ella no se lograrían soluciones óptimas o rápidas. Algunos participantes consideran que sus habilidades de trabajo en equipo fueron mejoradas a partir de la participación en el ambiente de aprendizaje. Adicionalmente, la conformación de equipos de trabajo hace que los integrantes desarrollen sentido de pertenencia con el grupo y sean más receptivos a cooperar con sus compañeros y a respaldar sus ideas, es decir que se genera pensamiento grupal lo cual es consistente con los resultados presentados por (Breazeal, 2003)

El aspecto cognitivo de la SCP, incluye la solución de problemas / pensamiento crítico. En este aspecto, se observó que los estudiantes son capaces de detectar piezas de información faltante, lo cual es un buen indicador de la sub-habilidad recolección de información, del hilo regulación en las tareas. Además, se evidenciaron habilidades de pensamiento sistémico, identificación de patrones y análisis de problemas. Sin embargo, aún realizan acciones aleatorias de ensayo y error con poco entendimiento de las consecuencias, lo cual podría mejorarse con futuras intervenciones pedagógicas.

El ambiente de aprendizaje fue atractivo para los estudiantes. En especial los kits LEGO capturaron su atención y los motivó a desarrollar todas las actividades propuestas. Sin embargo, el análisis detallado de las interacciones muestra que generalmente intentan resolver todo el problema de forma completa, sin identificar subtareas o pasos individuales que podrían acercarlos más fácilmente a lograr sus metas.



La robótica es muy atractiva para la mayoría de los estudiantes. La asocian con los adelantos tecnológicos actuales y futuros incluyendo prótesis y máquinas que faciliten nuestra vida. Así mismo, les produce alta motivación especialmente cuando se realiza algún tipo de competición lo cual es coherente con lo expuesto por (Matson, DeLoach, & Pauly, 2004b) en relación a la motivación. En esa línea, los hallazgos de (Giannakopoulos, 2009) acerca del ABC son válidos. También asocian la robótica con tecnología y con la posibilidad de conseguir un buen trabajo a futuro. Similares resultados obtuvo (Liu, 2010).

Los algoritmos creados son herramienta de realimentación y de guía para los estudiantes que les permite saber si avanzan hacia la meta propuesta. Esto coincide con lo expuesto por (Atmatzidou et al., 2008) en relación al aprendizaje de los principios de programación. Además, la búsqueda conjunta de una estrategia de solución al problema genera amplias oportunidades para la discusión grupal y las subsecuentes modificaciones al algoritmo generan nuevas situaciones problemáticas que deben ser solucionadas.

Al analizar las interacciones del grupo de muestra que fue evaluado con la rúbrica de la Tabla 7, muestra que en cada sesión el nivel de SCP, aumentó levemente. En la primera sesión, los cuatro estudiantes estuvieron aproximadamente en el nivel C de SCP. Para la sesión dos los indicadores estuvieron más cercanos al nivel D. Y en la sesión final se alcanzaron indicadores por encima del nivel D. Adicionalmente, las habilidades sociales: comunicación y colaboración tuvieron aproximadamente el mismo nivel que sus contrapartes cognitivas solución de problemas / pensamiento crítico.

Sin embargo, las diferencias individuales si fueron bastante notorias. El estudiante 5A, mantuvo su nivel de SCP constante un poco por encima del nivel D en lo social y en lo cognitivo. 5B, por su parte mantuvo su nivel de habilidades sociales en C y su nivel cognitivo por debajo de C. El estudiante 5C, empezó en B y al finalizar la tercera sesión sus indicadores estuvieron por

encima de C en lo social y en lo cognitivo. El estudiante 5D, empezó con sus habilidades sociales y cognitivas en D y al finalizar la tercera sesión prácticamente todos sus indicadores estuvieron en E.

Esto podría implicar que el desarrollo del ambiente de aprendizaje influyó en el aumento del nivel de SCP de algunos de los participantes. Además, un conflicto que se presentó entre un par de estudiantes, documentado en el diario de campo evolucionó positivamente en la segunda sesión del ambiente de aprendizaje. Preguntados al respecto, los dos estudiantes afirmaron que en la primera sesión les faltó comunicación, pero a través del diálogo cambiaron su percepción del trabajo en equipo y ya podían trabajar de forma armoniosa. Este evento confirma lo reportado por (Eguchi, 2014) en relación al cambio de actitud hacia el trabajo en equipo.

## 12. Prospectiva

En lo concerniente al desarrollo de este trabajo, se realizó una investigación a fondo de los aspectos que influyen en el desarrollo del individualismo, lo cual estuvo bien. La metodología escogida para implementar el ambiente de aprendizaje fue acertada, aunque, probablemente no el número de sesiones el cual debió ser mayor. También, fue un acierto la escogencia de la tecnología de mediación, la cual soporta el desarrollo de ambientes de aprendizaje con un doble propósito. El tipo de problemas de solución abierta ayudó a generar las condiciones necesarias para fomentar la comunicación y el trabajo en equipo en el ambiente de aprendizaje.

Con relación al registro de datos se generó un problema de ruido, debido a que el aula en la que se implementaron las sesiones no era muy amplia, esto ocasionaba que algunas grabaciones de audio fueran difíciles de entender y transcribir. Esto probablemente pueda corregirse con dispositivos individuales de grabación para cada estudiante. También, se podría realizar un estudio similar, donde las interacciones que se generan fueran registradas a través de chat o, Whatsapp. Además, hay que planear muy bien la cantidad de dispositivos con los que se va a realizar el registro de datos, definiendo con antelación la ubicación y la memoria requerida.

Se podrían realizar investigaciones posteriores con el fin de determinar cómo el desarrollo de las habilidades para el siglo XXI, influye en el desempeño de los estudiantes en futuros cursos y en otros escenarios diferentes al colegio. Así mismo, sería pertinente investigar el desempeño laboral de sujetos que han recibido este tipo de intervenciones contra el de trabajadores que no han tenido la oportunidad de desarrollar sus habilidades para el siglo XXI, en aspectos como la comunicación, la colaboración, solución de problemas de manera conjunta e incorporación a equipos de trabajo.

### 13. Cronograma del proyecto

Para el cumplimiento del cronograma se realizaron las siguientes tareas:

- Definición del modelo pedagógico
- Diseño de actividades LEGO
- Diseño de instrumentos de recolección de datos
- Prueba piloto
- Refinamiento de las actividades
- Preparación y envío de los consentimientos informados
- Implementación
- Recolección y análisis de datos
- Interpretación y reporte de resultados

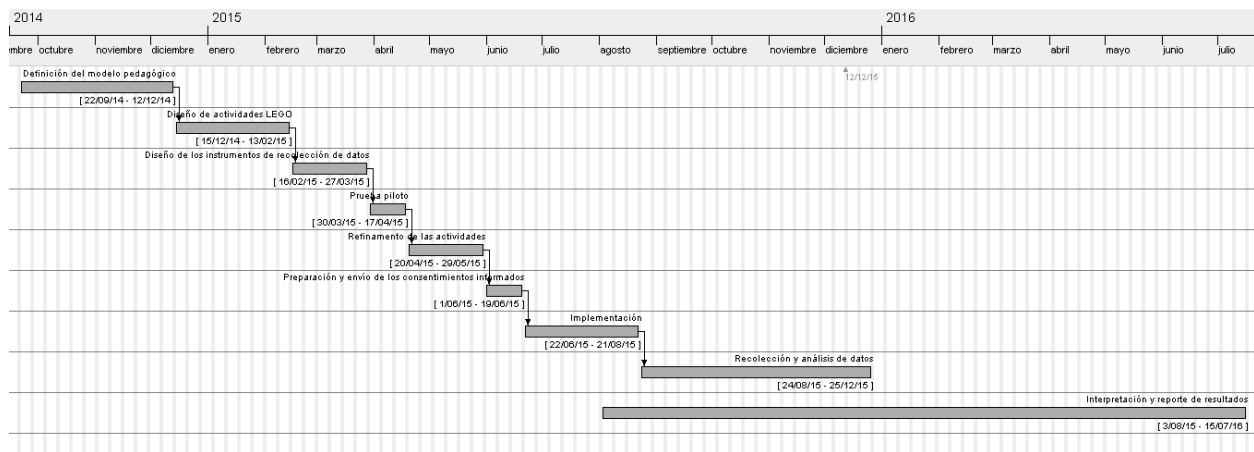


Figura 24. Cronograma del proyecto de investigación. Elaboración propia

### Lista de referencias

- Altin, H., & Pedaste, M. (2013). Learning approaches to applying robotics in science education. *Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 365–377. Recuperado de <http://journals.indexcopernicus.com/abstracted.php?level=5&icid=1054482>
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. *OECD Education Working Papers*. Recuperado de <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/5ks5f2x078kl.pdf?expires=1403748948&id=id&accname=guest&checksum=36EF7CE6A9DDC07317707F046126C995>
- Aprende a programar - Mindstorms LEGO.com. (s. f.). Recuperado 16 de diciembre de 2015, de <http://www.lego.com/es-es/mindstorms/learn-to-program>
- Arenas Landínez, A. L., & Gómez Jiménez, K. J. (2013). Las Rúbricas o Matrices de Valoración, Herramientas de Planificación e Implementation de una Evaluación por Desempeños. (Spanish). *Rubric or Assessment Matrix, Planning Tools and Implementation of an Evaluation by Performance. (English)*, 12(1), 81–87. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=zbh&AN=93355726&lang=es&site=ehost-live&scope=site>
- Aristóteles, & Candel, M. (1988). *Tratados de Lógica (Organon).: Sobre la interpretación; Analíticos primeros; Analíticos segundos*. Gredos.
- Arnold-Cathalifaud, M., Thumala, D., & Urquiza, A. (2006). La solidaridad en una sociedad individualista. *Theoria*, 15(1), 9–23. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=zbh&AN=22868629&lang=es&site=ehost-live&scope=site>
- Asher-Shapiro, A. (2013). Engineering and robotics: It all starts with LEGOs. *University Business*, 16(12), 26–27. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=95757646&lang=es&site=ehost-live&scope=site>
- Atmatzidou, S., Markelis, I., & Demetriadis, S. (2008). The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning. En *Workshop proceedings of International Conference on Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots (SIMPAP)*.
- Barakat, N. (2011). Balanced integration of theory and applications in teaching robotics. *International Journal of Mechanical Engineering* .... Recuperado de <http://ijj.sagepub.com/content/39/3/195.short>
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. En *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17–66). Springer.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-ricci, M., & Rumble, M. (2012). *Defining Twenty-First Century Skills*. <http://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5>
- Breazeal, C. (2003). Toward sociable robots. *Robotics and autonomous systems*, 42(3), 167–175.
- Capote, S., & Sosa, A. (2006). Evaluación. Rubrica y listas de control. Diciembre.

- Century, I. C. on E. for the T., & Delors, J. (1996). *Learning, the Treasure Within: Report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-First Century:[summary]*. UNESCO.
- Chang, C., Lee, J., Chao, P., Wang, C., & Chen, G. (2010). Chang, C.-W., Lee, J.-H., Chao, P.-Y., Wang, C.-Y., & Chen, G.-D. (2010). Exploring the Possibility of Using Humanoid Robots as Instructional Tools for Teaching a Second Language in Primary School. *Journal of Educational ...*, 13(2), 13–24. Recuperado de [http://www.researchgate.net/publication/45166049\\_An\\_online\\_synchronous\\_test\\_for\\_Professional\\_Interpreters/file/d912f50a2cda55a219.pdf#page=18](http://www.researchgate.net/publication/45166049_An_online_synchronous_test_for_Professional_Interpreters/file/d912f50a2cda55a219.pdf#page=18)
- Charry Álvarez, H., & Galeano Gallego, A. (2012). Ambientes de aprendizaje para el desarrollo humano: herramienta de consulta y orientación para el diseño e implementación de ambientes de aprendizaje.
- Cognitivism - Learning Theories. (s. f.). Recuperado 25 de marzo de 2016, de <http://www.learning-theories.com/cognitivism.html>
- Delors, J. (1996). Report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-first Century: Learning: The Treasure Within. *UNESCO Publishing*. Recuperado de <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Report+to+UNESCO+of+the+International+Commission+on+Education+for+the+21st+Century+LEARNING+:+T+HE+TREASURE+WITHIN#0>
- Dengo, F. O., & Acuña, A. L. (2006). Robótica: espacios creativos para el desarrollo de habilidades en diseño para niños, niñas y jóvenes en América Latina. Santa Ana de Coro: FRIDA.
- Denis, B., & Hubert, S. (2001). Collaborative learning in an educational robotics environment. *Computers in Human Behavior*, 17(5), 465–480.
- Educación, M. de. (2006). Plan Decenal de Educación 2006-2016. *Pacto Social por la Educación, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura. Evaluación de aprendizajes en Colombia*. Recuperado de [www.plandecenal.edu.co](http://www.plandecenal.edu.co).
- Eguchi, A. (2014). Educational Robotics for Promoting 21st Century Skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, 8(1), 5–11. [http://doi.org/10.14313/JAMRIS\\_1-2014/1](http://doi.org/10.14313/JAMRIS_1-2014/1)
- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.robot.2015.05.013>
- El racionalismo. (s. f.). Recuperado 27 de marzo de 2016, de [http://j.orellana.free.fr/textos/racionalismo\\_1.htm](http://j.orellana.free.fr/textos/racionalismo_1.htm)
- Ertmer, P., & Newby, T. (1993). Conductismo, cognitivismo y constructivismo: una comparación de los aspectos críticos desde la perspectiva del diseño de instrucción. *Performance improvement quarterly*, 6(4), 50–72.
- Ferrando, M. G. (1996). La encuesta. En *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación* (pp. 167–201). Alianza Universidad Textos Madrid.
- Fleming, V. F. (2014). developing 21st century skills through a virtual robotics course.

- Children's Technology & Engineering*, 18(4), 28–31. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=tfh&AN=96000875&lang=es&site=ehost-live&scope=site>
- Giannakopoulos, N. (2009). Experiences from WRO 2009 competition and verifications about the robotics incorporation in the school. En *Book of Abstracts of the Conference "Lessons Learnt from the Terecop Project and New Pathways into Educational Robotics across Europe"*.
- Griffin, P., Care, E., & McGaw, B. (2012). The Changing Role of Education and Schools. *Springer Science+Business Media B.V.*, 1–15. <http://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5>
- Griffin, P., McGaw, B., & Care, E. (2012). *Assessment and teaching of 21st century skills*. Springer.
- Griffin, P., Woods, K., Mountain, R., & Scoular, C. (2013). USING A DEVELOPMENTAL MODEL Developmental learning frameworks, 1–13.
- Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. (2009). Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge and Learning Activity Types: Curriculum-based Technology Integration Reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 393–416. [http://doi.org/10.1207/s15326985ep2803\\_7](http://doi.org/10.1207/s15326985ep2803_7)
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la Investigación, Quinta Edición*. McGRAW-Hill Interamericana.
- History - Mindstorms LEGO.com. (2013). Recuperado 10 de diciembre de 2014, de <http://www.lego.com/en-us/mindstorms/history>
- Jiménez, C. (2013). Encuesta Bogotá cultura ciudadana - Semana.com. Recuperado 18 de agosto de 2015, de <http://www.semana.com/nacion/articulo/encuesta-bogota-cultura-ciudadana/359184-3>
- Kanda, T., & Ishiguro, H. (2012). *Human-robot interaction in social robotics*. CRC Press.
- Karahoca, D., Karahoca, A., & Uzunboylub, H. (2011). Robotics teaching in primary school education by project based learning for supporting science and technology courses. *Procedia Computer Science*, 3, 1425–1431. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2011.01.025>
- Kawulich, B. (2005). La observación participante como método de recolección de datos. En *Forum: qualitative social research* (Vol. 6, pp. 1–32).
- Koehler, M. (2016). TPACK Explained. Recuperado de <http://tpack.org/>
- Liu, E. Z.-F. (2010). Early adolescents' perceptions of educational robots and learning of robotics. *British Journal of Educational Technology*, 41(3), E44–E47. Recuperado de 10.1111/j.1467-8535.2009.00944.x
- Logo History. (s. f.). Recuperado 26 de junio de 2015, de [http://el.media.mit.edu/logo-foundation/what\\_is\\_logo/history.html](http://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/history.html)
- Louloudi, A., Mosallam, A., Marturi, N., Janse, P., & Hernandez, V. (2010). Integration of the humanoid robot Nao inside a smart home: A case study. En *Proceedings of the Swedish AI Society Workshop (SAIS). Linköping Electronic Conference Proceedings* (Vol. 48, pp. 35–44).

- Martínez-Salgado, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias Sampling in qualitative research. Basic principles and some controversies.
- Matson, E., DeLoach, S., & Pauly, R. (2004a). Building Interest in Math and Science for Rural and Underserved Elementary School Children Using Robots. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 5(3/4), 35–46. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=15988810&lang=es&site=ehost-live&scope=site>
- Matson, E., DeLoach, S., & Pauly, R. (2004b). Building Interest in Math and Science for Rural and Underserved Elementary School Children Using Robots. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 5(3/4), 35–46.
- McKernan, J. (1999). *Investigación-acción y curriculum: métodos y recursos para profesionales reflexivos*. Ediciones Morata.
- Meneses, O. (2014). El construccionismo. Recuperado 22 de noviembre de 2015, de <https://www.youtube.com/watch?v=3dFKS16E8to>
- Mercado, I. (2011). *¿Qué es el Constructivismo?* Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=dHZb6t2OJJ4>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <http://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mitnik, R., Nussbaum, M., & Recabarren, M. (2009). Developing Cognition with Collaborative Robotic Activities. *Educational Technology & Society*, 12(4), 317–330. Recuperado de [http://www.ifets.info/journals/12\\_4/27.pdf](http://www.ifets.info/journals/12_4/27.pdf)
- Mogg, T. (2015). SOFTBANK'S 'EMOTIONAL' PEPPER ROBOT SELLS OUT IN JUST 60 SECONDS. Recuperado de <http://www.digitaltrends.com/cool-tech/softbanks-emotional-pepper-robot-sells-out-in-just-60-seconds/>
- Mortensen, T. F. (2012). La historia de LEGO. Recuperado 10 de diciembre de 2014, de [http://aboutus.lego.com/es-es/lego-group/the\\_lego\\_history](http://aboutus.lego.com/es-es/lego-group/the_lego_history)
- Nan-Zhao, Z. (2005). Four “Pillars of Learning” for the Reorientation and Reorganisation of Curriculum: Reflections and Discussions. *International Bureau of Education-UNESCO*.
- OECD, P. (2015). Draft Collaborative Problem Solving Framework.(2013).
- Ollero, A. (2001). Robótica: Manipuladores y robots móviles. *Marcombo-Boixareu Editores*.
- Orellana M, O. (2002). ABC del Constructivismo. *Compilación. Capítulo, 8*.
- Owe, E., & Vignoles, V. L. (2011). Culture and Self-Construals: Clarifying the Differences.
- P21 Framework definitions. (2009). Recuperado 26 de junio de 2014, de [http://www.p21.org/storage/documents/P21\\_Framework\\_Definitions.pdf](http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf)
- Paez, J. J., & Muñoz, G. (2015). Robots Cooperativos para la Enseñanza del Trabajo Cooperativo. *Conferencias LACLO*, 5(1).
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, 36, 1–11.

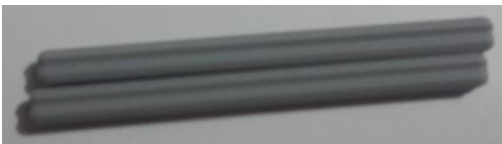


- Pérez, I. (2012). EL INDIVIDUALISMO, UN MAL DE LA JUVENTUD MODERNA. | Mediando en WordPress.com. Recuperado 17 de agosto de 2015, de <https://academiadecomunicacion.wordpress.com/2012/12/27/el-individualismo-un-mal-de-la-juventud-moderna/>
- Polya, G. (1965). *Mathematical discovery: on understanding, learning, and teaching problem solving*. 2 (1965). Wiley.
- Reyes, T. (1999). Métodos cualitativos de investigación: Los grupos focales y el estudio de caso. En *Forum empresarial* (Vol. 4, pp. 75–87).
- Richen, D. S., & Salganik, L. H. (2005). *SELECTION OF KEY COMPETENCIES*. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>.
- Royakkers, L., & van Est, R. (2015). A literature review on new robotics: automation from love to war. *International journal of social robotics*, 7(5), 549–570.
- Ruedas, M., Ríos, M., & Nieves, F. (2007). Epistemología de la investigación cualitativa. *Educere*, 13(46), 627–635.
- Ruiz, Ó. R. (2005). La triangulación como estrategia de investigación en ciencias sociales. *Revista madri+ d*, (31), 2.
- Ruiz-Velasco, E. (2007). Educatrónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología. *Editorial Díaz de Santos, SA, Buenos Aires*.
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2003). *Key competencies for a successful life and well-functioning society*. Hogrefe Publishing.
- Schleicher, A. (2011). The case for 21st century learning. *OECD Observer*, (282), 42–43. Recuperado de [http://www.adapttech.it/old/files/document/11702schleicher\\_oecd\\_.pdf](http://www.adapttech.it/old/files/document/11702schleicher_oecd_.pdf)
- Schmelkes, C. (s. f.). Diferencias entre la Investigación Cualitativa y Cuantitativa. Recuperado 5 de diciembre de 2014, de <https://www.youtube.com/watch?v=hDD7yv1mHDI>
- Softbank Robotics Corp. (2015). Recuperado 11 de enero de 2016, de [http://www.softbank.jp/en/corp/group/sbr/news/press/2015/20151226\\_01/](http://www.softbank.jp/en/corp/group/sbr/news/press/2015/20151226_01/)
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1987). Introducción a los métodos cualitativos de investigación.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for life in our times* (First Edit). San Francisco: Jossey-Bass.
- Urbietta, J. M. E., Garayalde, K. A., & Losada, D. (2011). Diseño de rúbricas en la formación inicial de maestros/as. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*. Vol, 4(3), 156–169.
- Urrea, C. (2014). Grandes ideas del Construccinismo. Recuperado 23 de noviembre de 2015, de <https://www.youtube.com/watch?v=rBWEWW5K5rI>
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard university press.
- Wesley De Amorim, M., Sacek, R. A., Fortes, R., Renata, G., Jefferson, S., Feitosa, G., ... Uchoa, A. P. (s. f.). Manual-Didático-Pedagógico-LEGO-EDUCATION.

**Anexo A:****Fomentando la solución colaborativa de problemas.****Actividad 0.****Robot simple 1 “Rob-erto”****Familiarización kit EV3 LEGO.**

Para construir nuestro primer robot se deben seguir los siguientes pasos:

- 1) Por favor recuerda que es muy importante ser muy cuidadoso con todas las piezas y partes del kit EV3. Mañana le servirán a otro estudiante como tú. Asegúrate de tener a mano los siguientes materiales:





- 2) Revísalas bien son 26 partes contando el ladrillo. Listo ahora vamos a comenzar a armar el robot 1, también conocido como “ROB-ERTO”

En primer lugar asegúrate de que el eje que vas a usar tenga el largo del diámetro de la llanta



3) Inserta el eje en la llanta



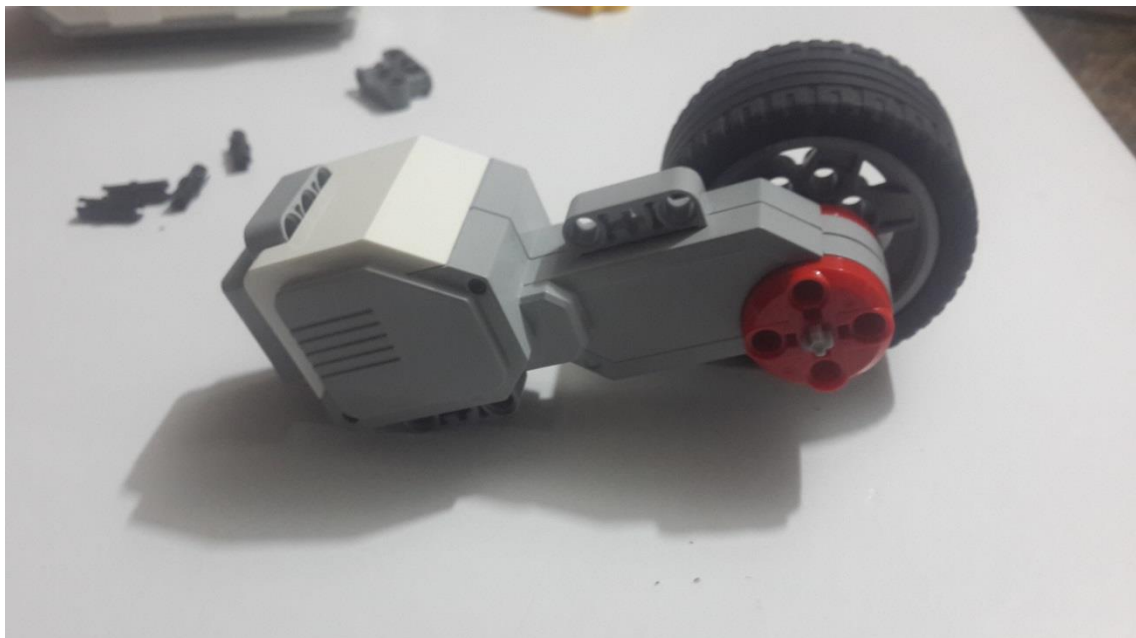
4) Ahora colócale un buje



5) Haz lo mismo en las dos

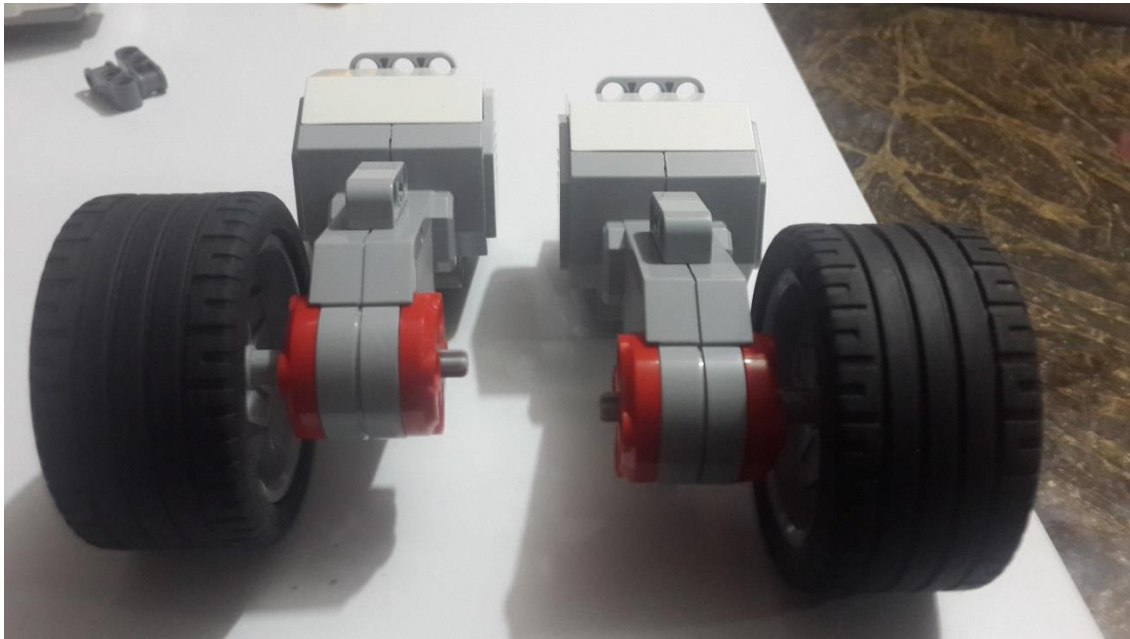


6) Ahora únela a un motor





7) A los dos



8) Ahora realiza lo siguiente:



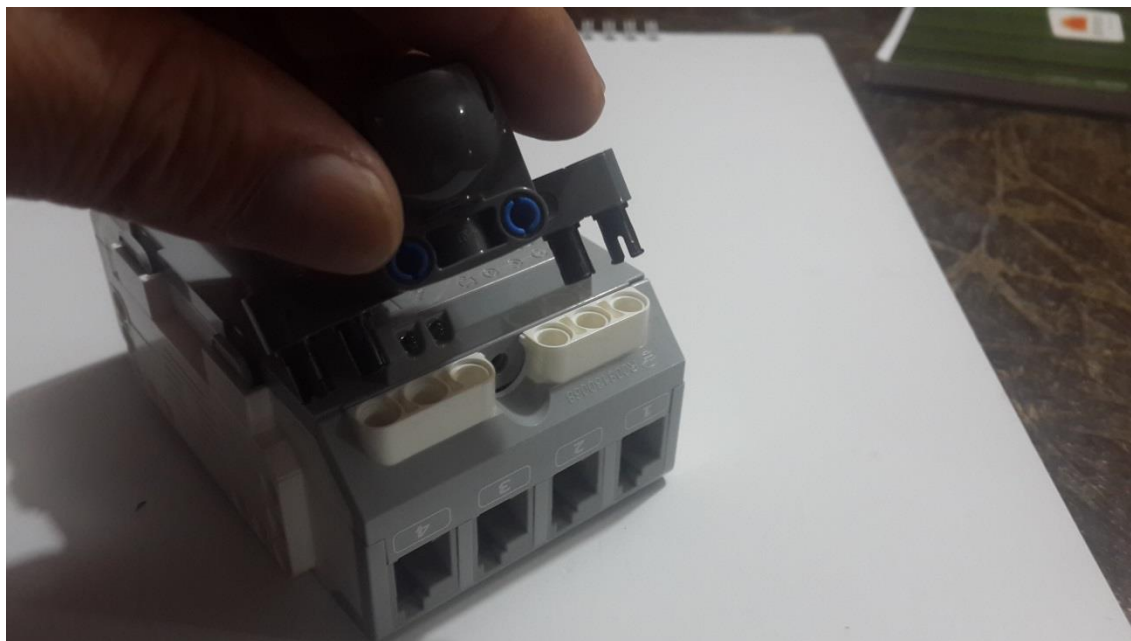
9) Dos veces



10) Únelas a la rueda frontal



## 11) Y ahora al ladrillo programable



Queda así

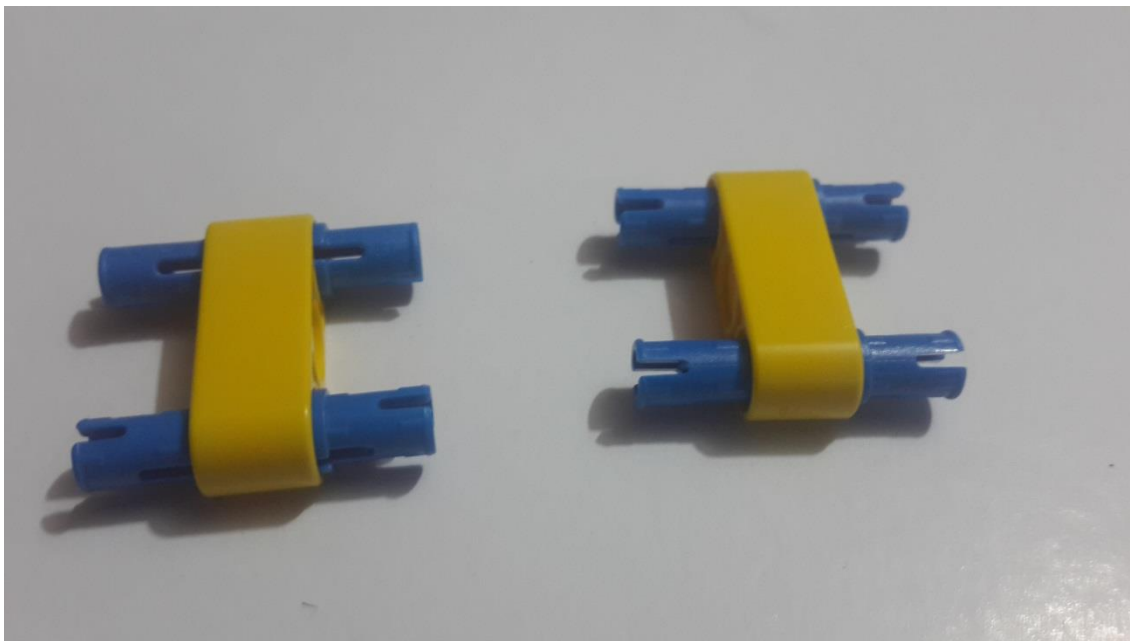




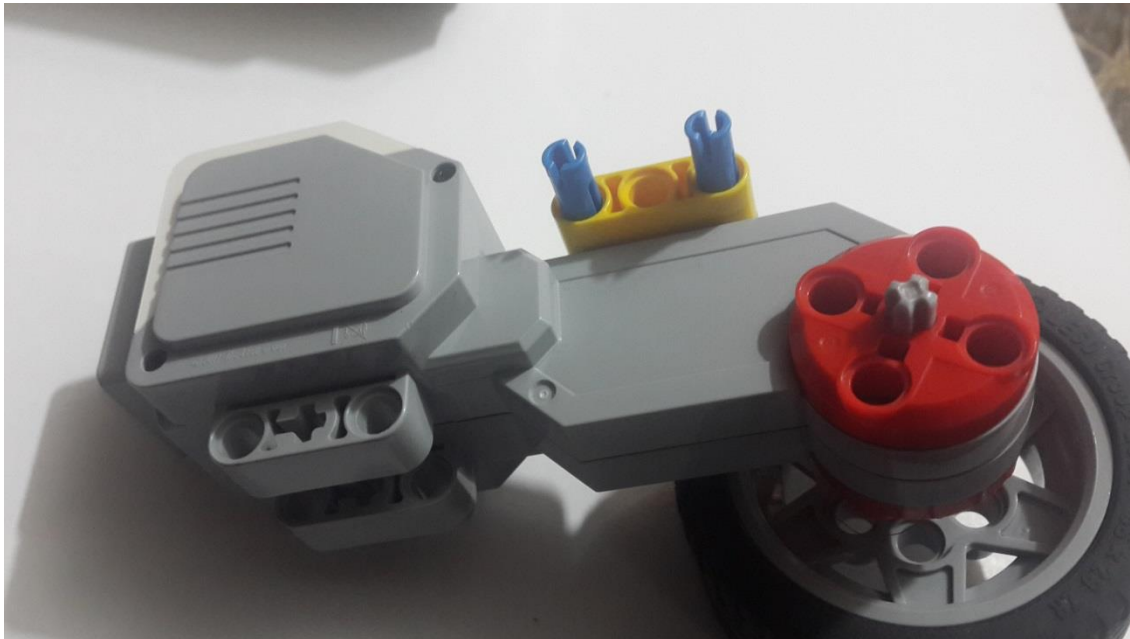
12) Ahora realiza el siguiente ensamble



13) Dos veces



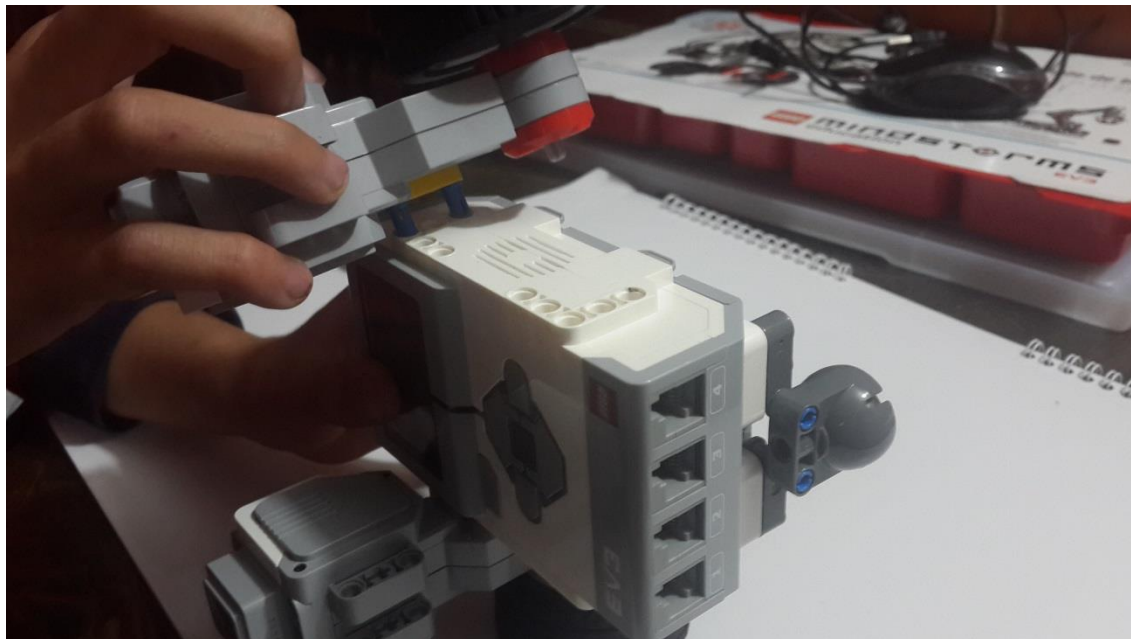
14) Ahora únelo a los motores



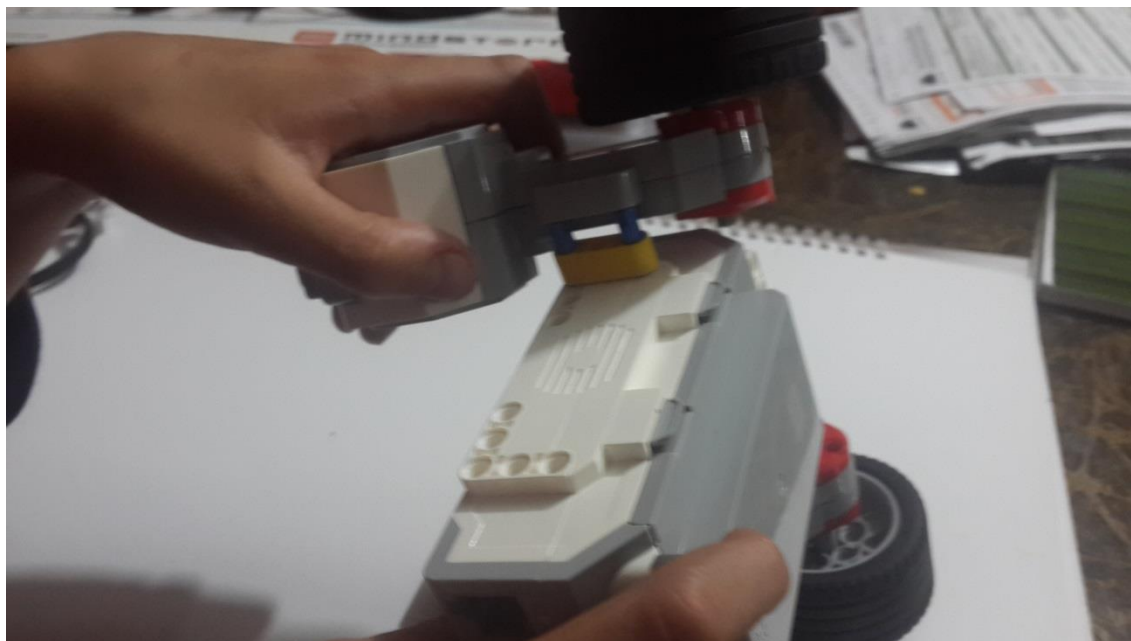
15) A los dos



16) Únelas al ladrillo programable



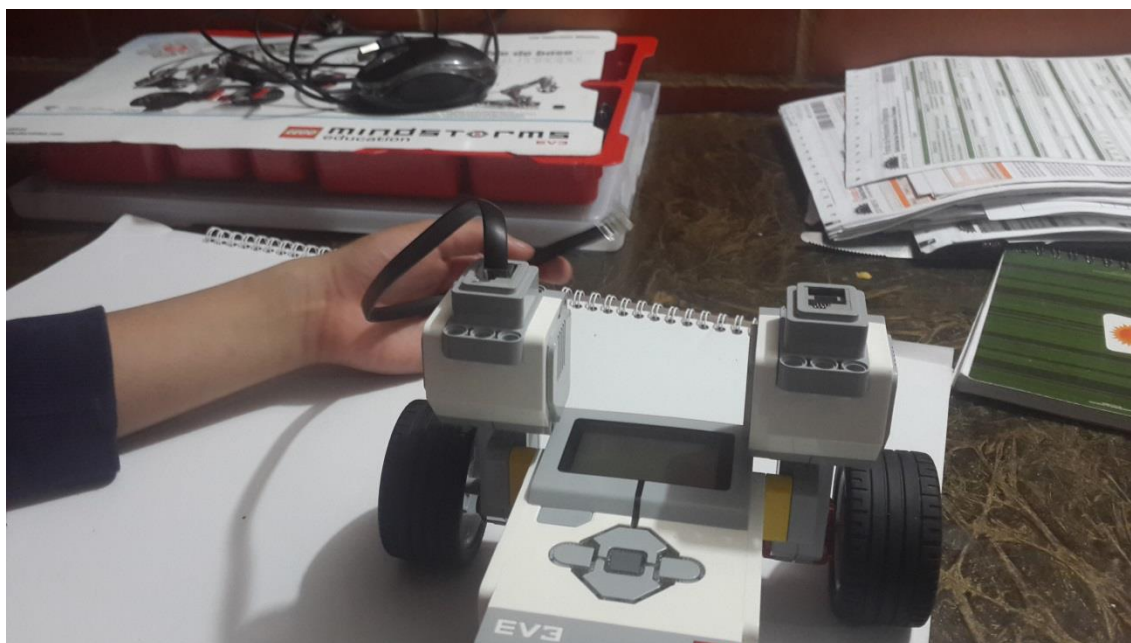
17) Los dos



18) Así queda

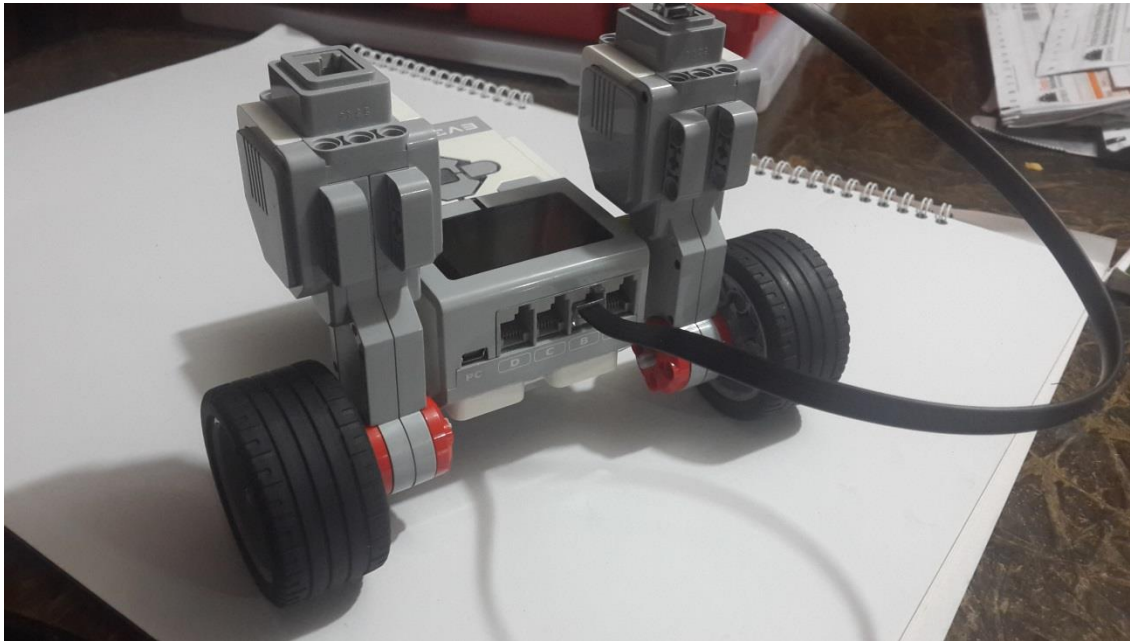


19) Ahora los cables





20) Los cables van a los conectores B y C



21) Y finalmente ROB-ERTO está listo



De frente



Regresa a la actividad 1

## **Anexo B**

### **Fomentando la solución colaborativa de problemas.**

#### **Actividad 1.**

#### ***Vuelta a la Luna.***

#### **Objetivo general.**

El objetivo general de este ambiente de aprendizaje es fomentar y evaluar la “solución colaborativa de problemas” por medio de actividades de robótica LEGO

#### **Modelo pedagógico.**

El modelo pedagógico utilizado para el diseño de este AA es el Constructivismo Social.

#### **Estrategia de integración curricular.**

Trabajo por proyectos

#### **1. Contextualización del aprendizaje y motivación.**

Presentación del video: Trabajo en equipo Pingüinos, hormigas, cangrejos

<https://www.youtube.com/watch?v=qvF3jfSWq8A>

#### **2. Concepciones previas**

El grupo recibirá una sesión previa, que le permitirá familiarizarse con los conceptos básicos de LEGO. Adicionalmente, durante el desarrollo de esta primera actividad se repasarán los conceptos básicos de hardware y software. Y se indagará acerca de sus conocimientos acerca del trabajo colaborativo

#### **3. Propósitos de formación**

Los estudiantes sabrán que la intención de esta actividad es fomentar en ellos habilidades tales como: la comunicación, la colaboración y la solución de problemas / pensamiento crítico.

#### **4. Estrategia de evaluación**

Se les informará a que grupos se les grabará la sesión de trabajo con un celular.

También, se les pedirá a todos que contesten una encuesta en línea. Dentro de esta encuesta, se les pedirá a los estudiantes su autoevaluación.

El docente realizará un diario de campo con las observaciones de las actividades y se hará un registro de audio y video.

#### **5. Desarrollo y potenciación de los aprendizajes**

##### ***5.1. Asignación de roles.***

Dentro del grupo de trabajo se asignarán los siguientes roles:

Supervisor: monitorea a los demás miembros del equipo ayudando a organizar la información. Se asegura de que el grupo comprenda el tema. También, administra y organiza el material necesario para el proyecto

El comunicador: Encargado de documentar la realización de la actividad. Hará registro en fotos o videos del proceso. De ser necesario tomará apuntes.

El constructor: Será el encargado de realizar la construcción y ensamble del robot simple

1. La guía de ensamble del robot simple 1 se adjunta con este material.

El programador: Será el encargado de recoger la información y las ideas acerca de cómo solucionar el problema propuesto.

Se aclara que los roles deben ser intercambiados cada 30 minutos. Todos los miembros del equipo deben conocer y ejecutar los demás roles.

Recuerden que colaboración significa: “Gente trabajando junta para lograr una meta común”



### 5.2 Tarea 2.

Debes ensamblar el robot simple 1. Tú y tu equipo deben enviar su robot alrededor de la luna.



Es muy importante que tu robot regrese de forma segura a la tierra. Para lograr esto debes programar cuidadosamente tu robot y así evitar que termine en Marte o Venus.

Tiempo estimado de la actividad: 2 horas

Materiales

- 1 Pliego de cartulina
- 1 imagen impresa de la tierra
- 1 imagen impresa de la luna
- 1 botella de agua
- 1 kit EV3
- 1 computador
- Software LEGO Mindstorms

### 6. Consolidación y lectura de avance del proceso.

En esta parte realizaremos un proceso de retroalimentación y aclaración de dudas.

### **7. Evaluación y proyección de aprendizajes.**

Recolección de evidencias del desarrollo de la sesión. Análisis de resultados

## **Anexo C**

### **Ambiente de aprendizaje**

**Fomentando la solución colaborativa de problemas.**

#### **Actividad 2.**

*Barrer el piso.*

#### **Objetivo general.**

El objetivo general de este ambiente de aprendizaje es fomentar y evaluar la “solución colaborativa de problemas” por medio de actividades de robótica LEGO

#### **Modelo pedagógico.**

El modelo pedagógico utilizado para el diseño de este AA es el Constructivismo Social.

#### **Estrategia de integración curricular.**

Trabajo por proyectos

#### **1. Contextualización del aprendizaje y motivación.**

Presentación del video: Trabajo en equipo José Néstor Pekerman

<https://www.youtube.com/watch?v=nAhRU6shJ9Y>

#### **2. Concepciones previas**

Durante esta sesión se recordarán los conceptos y las experiencias adquiridas en la sesión anterior

#### **3. Propósitos de formación**

Los estudiantes sabrán que la intención de esta actividad es fomentar en ellos habilidades tales como: la comunicación, la colaboración y la solución de problemas / pensamiento crítico.

#### **4. Estrategia de evaluación**

La evaluación se realizará mediante una rúbrica de observación. Allí se observarán y registrarán las habilidades y sub-habilidades de SCP expresadas por los comportamientos expresados durante la sesión. Se realizará un registro de audio y video

#### **5. Desarrollo y potenciación de los aprendizajes**

##### **5.1. Asignación de roles.**

Dentro del grupo de trabajo se asignarán los siguientes roles:

Supervisor: monitorea a los demás miembros del equipo ayudando a organizar la información. Se asegura de que el grupo comprenda el tema. También, administra y organiza el material necesario para el proyecto

El comunicador: Encargado de documentar la realización de la actividad. Hará registro en fotos o videos del proceso. De ser necesario tomará apuntes.

El constructor: Será el encargado de realizar la construcción y ensamble del robot simple 1. La guía de ensamble del robot simple 1 se adjunta con este material.

El programador: Será el encargado de recoger la información y las ideas acerca de cómo solucionar el problema propuesto.

Se aclara que los roles deben ser intercambiados cada 30 minutos. Todos los miembros del equipo deben conocer y ejecutar los demás roles.

Recuerden que colaboración significa: “Gente trabajando junta para lograr una meta común”

##### **5.2 Tarea 2.**

Debes ensamblar el robot simple 1.

Tú y tu equipo deben programar a ROB-ERTO, para que limpie el piso representado en la cartulina. El robot debe arrancar en el cuadro rojo y limpiar todos los otros 15 cuadros. El orden no importa.



Tiempo estimado de la actividad: 2 horas

#### Materiales

- 1 Pliego de cartulina
- 1 rollo de cinta aislante
- 1 kit EV3
- 1 computador
- Software LEGO Mindstorms

#### **6. Consolidación y lectura de avance del proceso.**

En esta parte realizaremos un proceso de retroalimentación y aclaración de dudas.

#### **7. Evaluación y proyección de aprendizajes.**

Recolección de evidencias del desarrollo de la sesión. Análisis de resultados

## **Anexo D**

### **Fomento de la solución colaborativa de problemas.**

#### **Actividad 3.**

#### ***Pelea de Sumo.***

##### **Objetivo general.**

El objetivo general de este ambiente de aprendizaje es fomentar y evaluar la “solución colaborativa de problemas” por medio de actividades de robótica LEGO

##### **Modelo pedagógico.**

El modelo pedagógico utilizado para el diseño de este AA es el Constructivismo Social.

##### **Estrategia de integración curricular.**

Trabajo por proyectos

##### **1. Contextualización del aprendizaje y motivación.**

Presentación del video: Trabajo en equipo Ratatouille

<http://www.pearltrees.com/jcgonzalez81#item145654764>

##### **2. Concepciones previas**

Durante esta sesión se recordarán los conceptos y las experiencias adquiridas en la sesión anterior

##### **3. Propósitos de formación**

Esta actividad tiene como propósito fomentar habilidades tales como: la comunicación, la colaboración y la solución de problemas / pensamiento crítico.

#### **4. Estrategia de evaluación**

La evaluación se realizará mediante una rúbrica de observación. Allí se observarán y registrarán las habilidades y sub-habilidades de SCP expresadas por los comportamientos expresados durante la sesión. Se realizará un registro de audio y video

#### **5. Desarrollo y potenciación de los aprendizajes**

##### **5.1. Asignación de roles.**

Dentro del grupo de trabajo se asignarán los siguientes roles:

Supervisor: monitorea a los demás miembros del equipo ayudando a organizar la información. Se asegura de que el grupo comprenda el tema. También, administra y organiza el material necesario para el proyecto

El comunicador: Encargado de documentar la realización de la actividad. Hará registro en fotos o videos del proceso. De ser necesario tomará apuntes.

El constructor: Será el encargado de realizar la construcción y ensamble del robot simple 1. La guía de ensamble del robot simple 1 se adjunta con este material.

El programador: Será el encargado de recoger la información y las ideas acerca de cómo solucionar el problema propuesto.

Se aclara que los roles deben ser intercambiados cada 30 minutos. Todos los miembros del equipo deben conocer y ejecutar los demás roles.

Recuerden que colaboración significa: “Gente trabajando junta para lograr una meta común”

##### **5.2 Tarea 2.**

Debes ensamblar el robot simple 2. Tú y tu equipo deben programar a LUCHA-ROB para que haga una lucha de sumo con otro robot.





Tiempo estimado de la actividad: 2 horas

Materiales:

- 1 Pliego de cartulina
- 1 rollo de cinta aislante
- 1 kit EV3
- 1 computador
- Software LEGO Mindstorms

#### **6. Consolidación y lectura de avance del proceso.**

En esta parte realizaremos un proceso de retroalimentación y aclaración de dudas.

#### **7. Evaluación y proyección de aprendizajes.**

Recolección de evidencias del desarrollo de la sesión. Análisis de resultados

**Anexo E****Fomento de la solución colaborativa de problemas****Actividad 4.*****Robot simple 2 “Lucha-Rob”.***

Para construir nuestro segundo robot se deben seguir los siguientes pasos:

Por favor recuerda que es muy importante ser muy cuidadoso con todas las piezas y partes del kit EV3. Mañana le servirán a otro estudiante como tú. Asegúrate de seguir la secuencia de fotos cuidadosamente:

1. En primer lugar asegúrate de que el eje que vas a usar tenga el largo del diámetro de la llanta



2. Inserta el eje en la llanta



3. Ahora ponle un buje



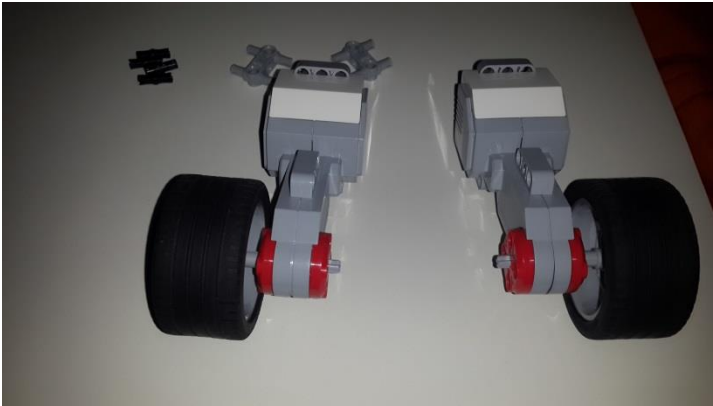
4. Haz lo mismo en las dos



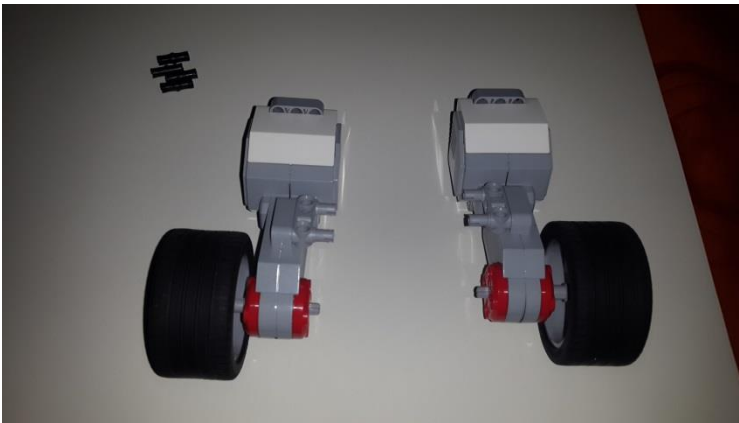
5. Los ejes deben salir un poquito



6. Une las llantas a los motores



7. Coloca las piezas en forma de H en los motores



8. Inserta los conectores



9. Alista lo siguiente



10. Realiza las siguientes conexiones



11. En los dos motores



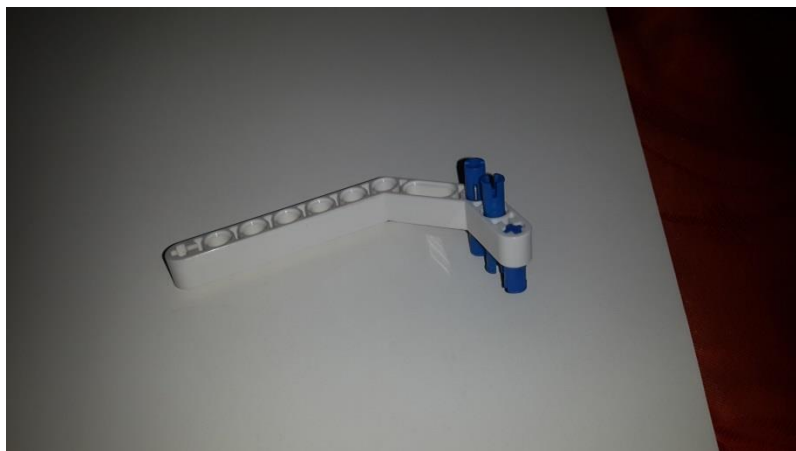
12. Alista lo siguiente 2 veces



13. Conéctalo así



14. Visto de otro ángulo



15. Conéctalo al ladrillo



16. En los dos lados



17. Ahora se unen los motores





18. En los dos lados



19. Alista lo siguiente:



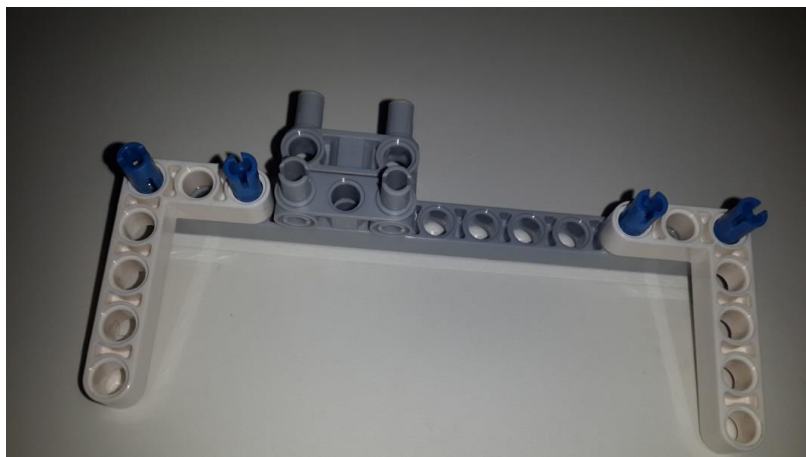
20. Realiza las siguientes conexiones



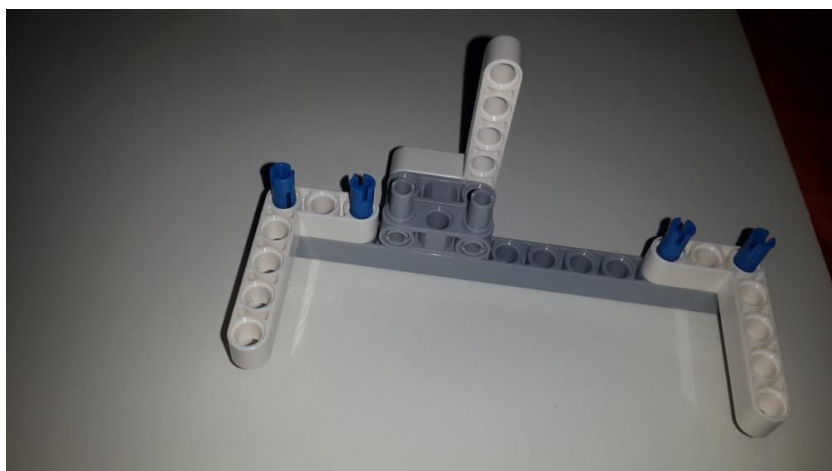




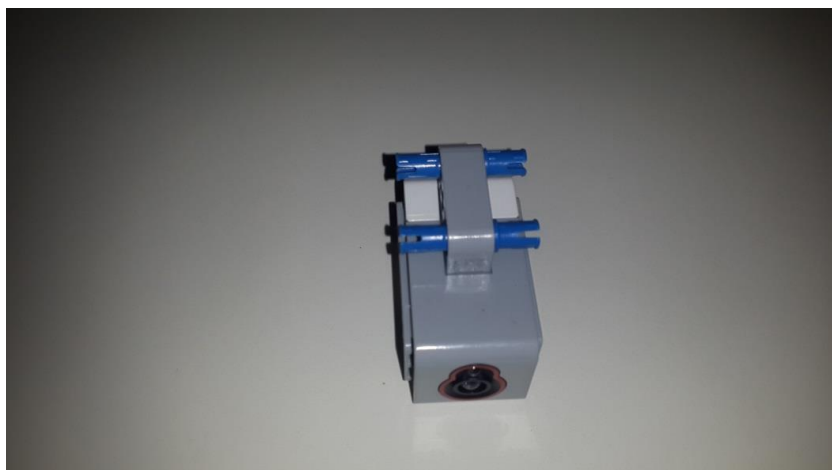
24. Y ahora la otra



25. Ahora la L de 3 X 5



26. Ahora el sensor



27. Así se ve por los dos lados



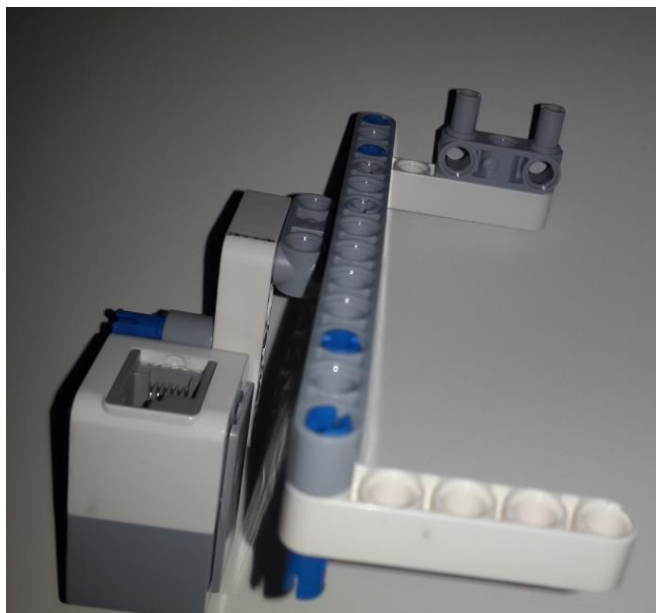
28. Y se conecta



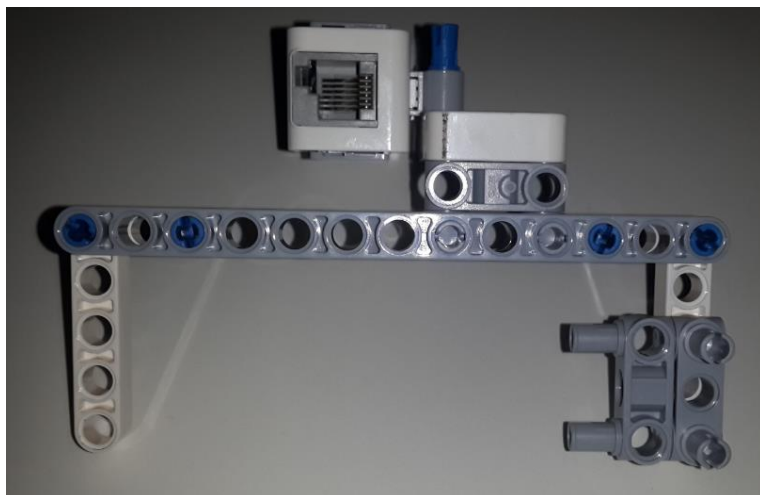
29. Alista lo siguiente



30. Realiza la siguiente unión



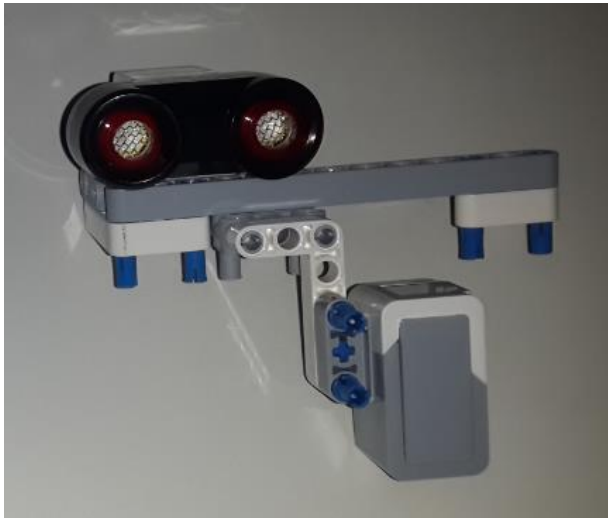
31. Y esta otra



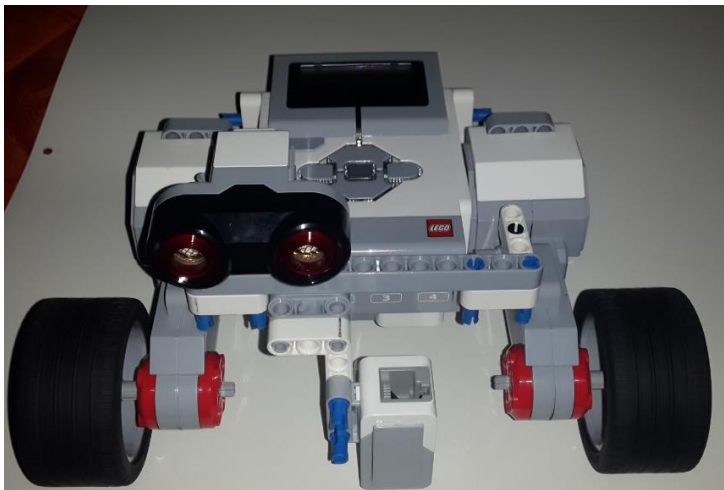
32. Así queda con el sensor ultrasónico



33. Así



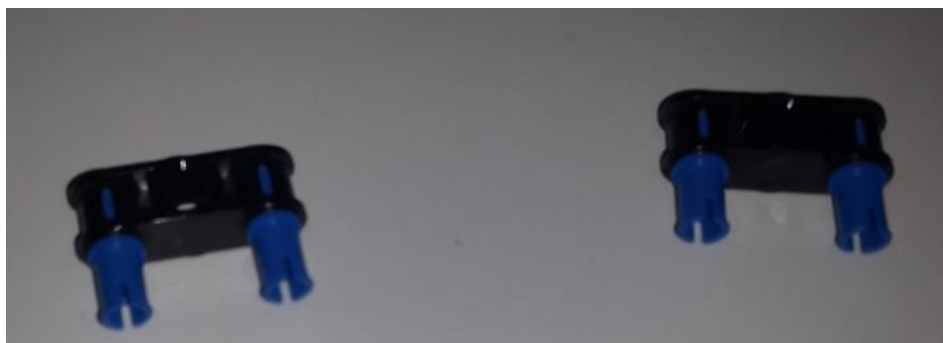
34. Se une con el ladrillo



35. Ahora



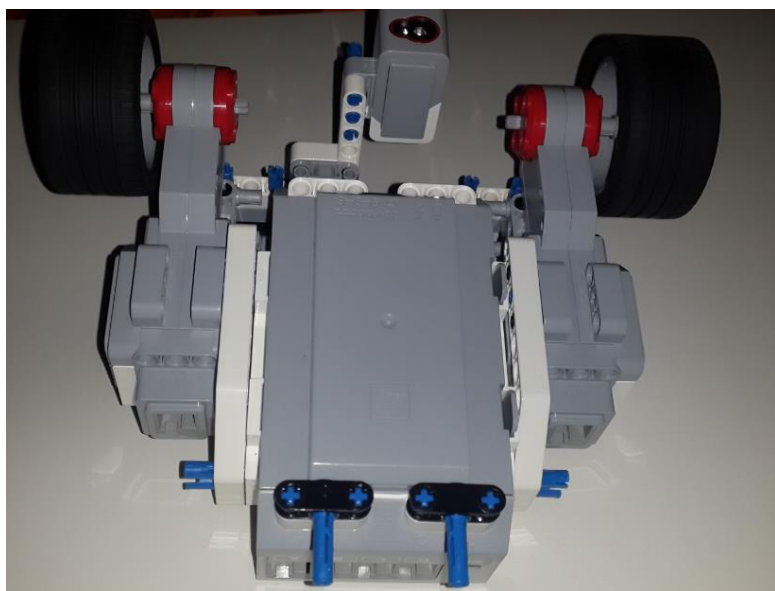
36. Arma lo siguiente



37. Se conecta así



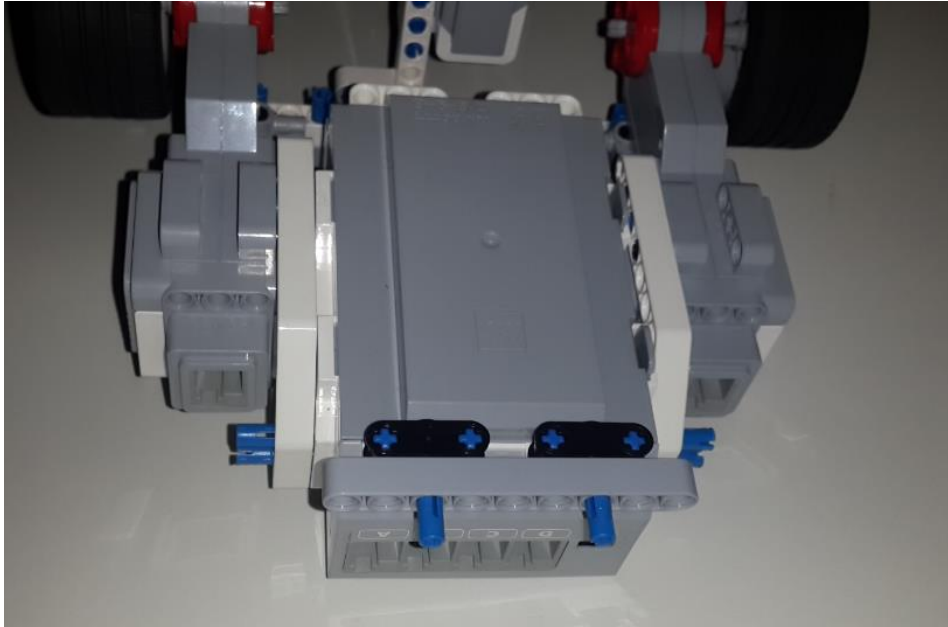
38. Ahora



39. Alista lo siguiente



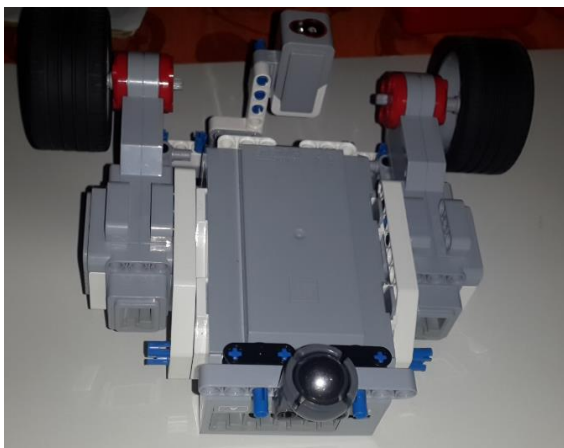
40. Arma lo siguiente



41. Realiza las siguientes conexiones

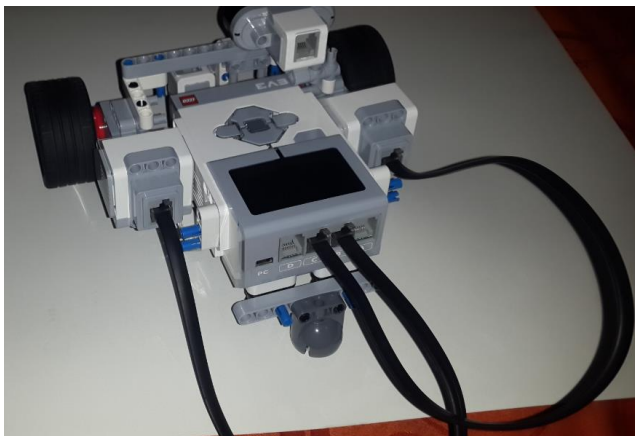
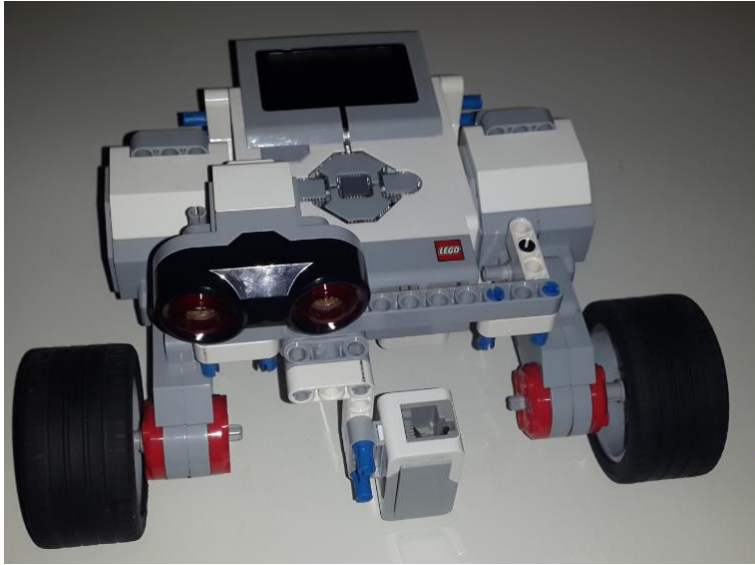


42. Conecta la bola

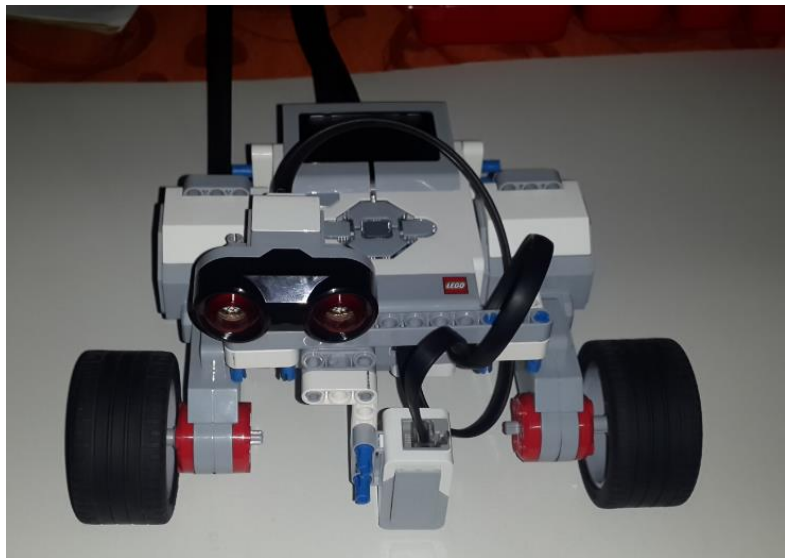




43. Listo, ahora los cables



#### 44. Y los sensores con los cables corticos



[Regresa a la actividad 3](#)

**Anexo F****Encuesta****Fomento de la solución colaborativa de problemas**

¿Que estuvo bien de la actividad realizada hoy? Enumere al menos tres cosas

¿Cuáles cosas no te gustaron?

¿Que se debería mejorar la próxima vez? Nombre tres aspectos que se puedan mejorar

¿Qué consideras que es lo más importante que aprendiste hoy?

¿Por qué crees que la comunicación jugaba un papel importante en la realización de la actividad?

¿Cómo calificarías de 1 a 5 tu habilidad de comunicación comparada con la de tus compañeros?

¿Cómo consideras que la colaboración era importante para poder realizar la tarea propuesta?

¿Cómo calificarías de 1 a 5 tu habilidad de colaboración?

¿Cómo crees que este tipo de actividades te pueden ayudar a desarrollar la habilidad para solucionar problemas / pensamiento crítico?

¿En un nivel de 1 a 5, con cuanto calificarías tu habilidad para solucionar problemas / pensamiento crítico?

¿Cómo crees que estas habilidades te pueden servir en tu futuro laboral?

¿Cuáles fueron las cosas que más disfrutaste de la sesión?

¿Cuál es tu percepción acerca del trabajo colaborativo después de realizar esta actividad?

¿Porque crees que es importante el trabajo colaborativo en la sociedad actual?

¿Qué opinas acerca de la robótica?

¿Porque crees que la robótica es importante en el mundo actual?

¿Qué opinas del uso de la robótica en educación?

**Anexo G****Consentimiento informado**

Estimado padre de familia:

Su hijo: \_\_\_\_\_ ha  
sido seleccionado para participar en el estudio “Fomento de la solución colaborativa de  
problemas”

El propósito de este estudio es determinar los factores asociados al desarrollo de  
habilidades cognitivas tales como la solución de problemas / pensamiento crítico y habilidades no  
cognitivas tales como la comunicación y la colaboración. Por este motivo solicitamos a usted la  
autorización para poderlo incluir en dicho estudio. Como parte del estudio se requiere realizar  
algunos videos, fotos y grabaciones de audio. Los datos recogidos no serán divulgados bajo  
ninguna circunstancia. La información será recolectada únicamente con propósitos académicos.  
La participación es totalmente voluntaria.

Atentamente,

Juan Carlos González

Docente ITI Francisco José de Caldas

Autorizo a mi hijo a participar en el estudio:

Firma: \_\_\_\_\_

CC: \_\_\_\_\_

**Anexo H**

A continuación, se adjuntan los enlaces donde se pueden ver videos y fotos de la investigación.

Fotos y videos

<https://goo.gl/photos/CUw4GmZeYKg2tGAR9>

<https://goo.gl/photos/qkenPMvrgmNpN3S67>

### **Anexo I**

En el siguiente enlace se pueden escuchar algunas grabaciones de audio de las sesiones realizadas

Grabaciones de audio

<http://bit.ly/2aqpIca>